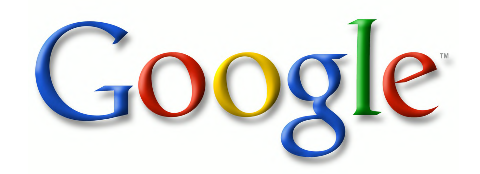
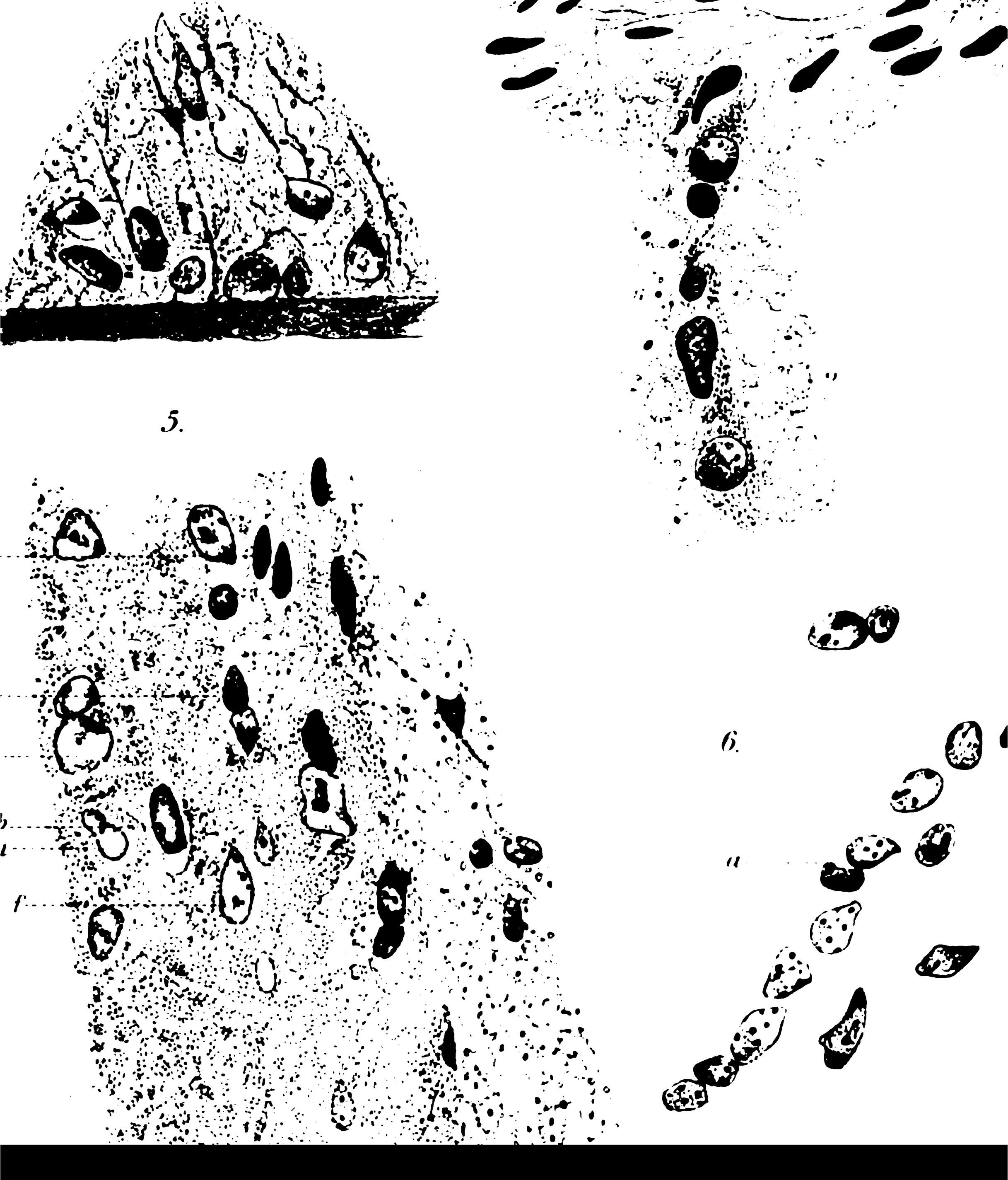
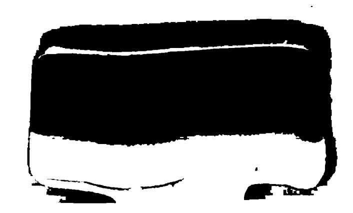




Von der Nervenzelle und der Zelle im Allgemeinen

Paul Kronthal



VON DER
NERVENZELLE

UND

DER ZELLE IM ALLGEMEINEN.

VON

PAUL KRONTHAL.

MIT 6 CHROMOLITHOGRAPHISCHEN, 3 HELIOGRAPHISCHEN TAFELN
UND 27 FIGUREN IM TEXT.



JENA.
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1902.

Inhalt.

Seite

I. Theil.

Zur Biologie der Nervenzelle 1

Cap. 1. Methode 3
Zur Theorie der Gewebsfixation 4
Zur Theorie der Färbung von Geweben 8
Cap. 2. Beschreibung der Figuren 12
Cap. 3. Zusammenfassung der Beobachtungen 25
Cap. 4. Schlüsse aus den Beobachtungen 29

II. Theil.

Von der Zelle im Allgemeinen und der Nervenzelle im Besonderen 41

Einleitung 43
Cap. 1. Die Zelle ist der Elementarorganismus 45
Cap. 2. Die Zelle besteht aus geformten und ungeformten Stoffen . 57
Cap. 3. Die Zelle muss Nahrungsmaterial enthalten. Die geformten Substanzen im Protoplasma und Kern sind die lebendigen, die ungeformten Nahrungsmaterial 68
Cap. 4. Vom Kern 79
Cap. 5. Vom Trophomigma 97
Cap. 6. Von der lebendigen Substanz und ihrem Verhältniss zur Zelle 100
Cap. 7. Unterschiede zwischen den Protoplasma- und Kernbioiden . 107
Cap. 8. Wie die Zelle Stoffe aufnimmt, verarbeitet und abgiebt . . 113
Cap. 9. Die Nervenzelle ist kein Organismus, ist keine Zelle im biologischen Sinne. Die Leistung der Nervenzelle 124
Cap. 10. Form und Function der Zelle werden durch die Kräfte bestimmt, die am Orte ihres Lebens walten 132
Cap. 11. Erscheinungen, die wir an der Zelle wahrnehmen, sind Ausdruck von Kräften, die auf die Zelle wirken 154
Cap. 12. Urzeugung? 212
Cap. 13. Ueber die Vererbung 222
Cap. 14. Zur Entstehung der Geschwülste 241
Cap. 15. Vom Tode 250
Schluss 261
Benutzte Litteratur 263
Register 271

I. Theil.

Zur Biologie der Nervenzelle.

Capitel 1.

Methode.

Man fixire die frischen, nicht über 1 ccm grossen Stücke aus dem centralen Nervensystem, ohne sie vorher oder später mit Wasser in Berührung zu bringen, für je 20—30 Minuten in:

1)	Alcohol	absolutus	80	Volum.	Acidum	aceticum	glaciale	20	Volum.
2)	„	„	85	„	„	„	„	15	„
3)	„	„	90	„	„	„	„	10	„
4)	„	„	95	„	„	„	„	5	„

Hierauf werden die Präparate sorgfältig mit Alcohol absolutus nachbehandelt und in üblicher Weise mit Chloroform in Paraffin (Schmelzpunkt von 56°—59°) eingebettet.

Die Dicke der Schnitte darf, sollen die Bilder eindeutig und klar sein, nicht über 3 μ betragen, da man anderenfalls zu viel Schichten kleiner Zellen im Präparat hat. Wünscht man das Verhältniss der kleinen Zellen untereinander sowie ihre Lage resp. die des Kerns innerhalb des Protoplasmas der grossen Zellen zu untersuchen, so sind dünnere Schnitte in Serien unerlässlich. Die Dicke der Schnitte, nach denen gezeichnet resp. photographirt wurde, liegt zwischen 1 μ und 3 μ.

Behufs Färbung kommen die Objectträger auf etwa 1 Minute in Böhmer's Hämatoxylin, dann auf 2—24 Stunden in gewöhnliches Wasser, das 2—3 mal gewechselt wird. Zur Nachfärbung benutze man eine 0,2 % wässrige Lösung von Säure-Fuchsin oder eine 1 % von Saffranin oder eine 1 % von Eosin. Bevor die Präparate in den Farbstoff kommen, sind sie durch destillirtes Wasser zu ziehen. Sie bleiben im Säure-Fuchsin knapp 1 Minute, im Saffranin 3—5 Minuten, im Eosin 10 Minuten, dann werden sie flüchtig in destillirtem Wasser ausgewaschen und schnell wasserfrei gemacht. Bevor man aufhellt, überzeuge man sich unter dem Mikroskop, ob die Nachfärbung genügend stark ist. Sollte das nicht der Fall sein, so bringe man die Präparate,

wiederum nach Durchziehen durch destillirtes Wasser, in die betreffende Farblösung zurück. Die Aufhellung geschieht mit gebleichtem Ol. Cajeputi; dasselbe darf nicht zu lange auf das Präparat einwirken und ist mit Benzin zu entfernen. Conservirt wird in Xylol-Kanadabalsam unter Deckglas.

Nach alter Erfahrung macht Essigsäure die Gewebe quellen, Alcohol schrumpfen. Die gegensätzliche Wirkung dieser Reagentien scheint sich bei dem eingeschlagenen Fixationsverfahren aufzuheben, denn die Gewebe zeigen sich nicht geschrumpft und nicht gequollen. Nirgends ist eine Lücke zu sehen, abgesehen von den präformirten Lumina. Die grossen Ganglienzellen der Vorderhörner, wie allgemein alle Zellen mit deutlichem Protoplasma, heben sich in ihren Conturen nicht mit der Schärfe gegen das benachbarte Gewebe ab, wie man es bei anderen Behandlungsmethoden vielfach sieht. Grund dafür ist die ziemlich gleichmässig röthliche Färbung alles Protoplasmas und das innige Einschmiegen der Zelle in die Umgebung. Im Gegensatz zu den Zellen mit deutlichem Protoplasma grenzen sich Zellen mit nicht nachweisbarem Protoplasma ganz scharf ab, weil der dunkel gefärbte Kern in dem röthlich gefärbten Grundgewebe steht. Die Farbe der chromatischen Substanzen schwankt zwischen violett und blau — bis braunroth. Recht auffallend unterscheiden sich manchmal einzelne Nucleoli durch eine rothe Farbe von den übrigen Kerngebilden.

Zur Theorie der Gewebs-Fixation.

Alcohol-Eisessig-Gemische werden zur Fixation der Gewebe seit Mitte der 80er Jahre angewendet, wie es scheint zuerst ziemlich gleichzeitig von Leuckart, Carnoy, Zacharias. Man kam wohl auf rein empirischem Wege zur Benutzung dieses Gemischs. Aus der Litteratur wenigstens spricht nichts gegen diese Annahme.

Bevor untersucht werden kann, wie ein Alcohol-Essig-Gemisch auf das Gewebe wirkt, wird nothwendigerweise die Frage zu beantworten sein, welchen inneren Bau hat das Gewebe und welchen unser Gemisch. Schon hier stossen wir auf zur Zeit unüberwindliche Schwierigkeiten. Sie liegen in den physikalischen Eigenschaften der Gewebselemente und der betreffenden Flüssigkeiten.

Alle in thierischen wie in pflanzlichen Organismen vorhandenen Eiweissarten befinden sich im Zustand colloidaler Lösung. Dies geht ohne weiteres aus ihrem osmotischen Verhalten hervor. Als Lösungsmittel für colloidale Stoffe ist bisher nur Wasser bekannt. Wir müssen demnach das Eiweiss der Organismen ür eine wässerige colloidale Lösung halten. Die Wirkung der Fixi-

rungsmittel wird allgemein und wohl mit Recht für eine Wirkung auf die Eiweissstoffe gehalten. Wir können die Gewebe also mit diesen Stoffen rücksichtlich der Reaktion auf Fixirungsmittel identifiziren. Colloidale Lösungen sind flüssig, Gewebe mehr fest. Es giebt aber eine Form der colloidalen Lösungen, in der sie auch gewebeartig fest werden. Das sind die gelatinirten colloidalen Lösungen. Eine colloidale Lösung gelatinirt durch verschiedene Ursachen, so Temperaturänderungen, Beimischung fremder Massen, Uebersättigung etc. Den halb festen, halb flüssigen Zustand der gelatinirten, colloidalen Lösung wird man sich am besten durch eine sehr feine, cohärente Vertheilung der festeren Bestandtheile und Ausfüllung der minimalen Gewebsräume mit Wasser erklären. Ob dies durchaus immer im Sinne der Wabentheorie Bütschli's angenommen werden muss, bleibe hier unerörtert. Immerhin ist aber zu erwägen, dass die Wabenstructur colloidaler Stoffe zur Entwickelung einer ungemein grossen Oberflächenenergie führen, somit die Adsorption von der äusseren Form der Masse unabhängig und in directes Verhältniss zur Masse bringen würde.

Je nach der Grösse der inneren Reibung wird man eine gelatinirte colloidale Lösung bald mehr als festen Körper, bald mehr als Flüssigkeit bezeichnen. Wir haben kein Recht, die Gewebe einer gelatinirten colloidalen Lösung physikalisch ganz gleich zu setzen, weil in dieser überall dieselben inneren Bedingungen anzunehmen, im Gewebe aber, wie jede mikroskopische Betrachtung lehrt, dichtere und weniger dichte Stoffe vorhanden sind. Wollen wir physikalisch die Gewebe ganz zutreffend bezeichnen, so werden wir sie ein Gemisch verschiedener gelatinirter colloidaler Lösungen nennen müssen. Von dem physikalischen Verhalten einer gelatinirten colloidalen Lösung zu einem anderen Colloide wissen wir nur, dass eine gelatinirte Lösung von einem anderen Colloide nichts aufnimmt. Dieser Satz ist für die physikalischen Beziehungen der Gewebe zueinander von eminenter Bedeutung, giebt aber keinen Aufschluss, wie sich im Gemisch gelatinirte Lösungen zueinander verhalten. Wenn weiterhin Gewebe als gleich einer gelatinirten colloidalen Lösung angesprochen werden, begehen wir damit bewusst einen Fehler. Würden wir aber die Gewebe, mehr der Wahrheit nah, als ein Gemisch derartiger Lösungen aufzufassen versuchen, so beschritten wir damit ein bisher von keinem Lichtstrahl exacter Forschung erhelltes Gebiet.

Die Frage steht jetzt so: Wie verhält sich eine gelatinirte colloidale Lösung, wenn sie mit einem Alcohol-Eisessig-Gemisch zusammentrifft? Auf diese Frage weiss die physikalische Chemie zur Zeit noch keine Antwort, weil über den Bau der Colloidkörper noch nicht genügende Kenntnisse vorliegen. Indem wir somit bereits hier alle Versuche, uns einen Begriff von den Vorgängen zu machen, die beim Zusammentreffen der Gewebe mit einem Alcohol-Eisessig-Gemisch stattfinden, abbrechen

müssen, wenn anders wir einen wissenschaftliche Kritik vertragenden Standpunkt einnehmen wollen, sei noch darauf hingewiesen, eine wie complicirte Substanz der andere der zu berücksichtigenden Factoren, das Alcohol-Eisessig-Gemisch, ist.

Da es nicht möglich ist, mit wirklich absolutem Alcohol zu arbeiten, indem dieser sofort Wasser aufnimmt, haben wir in unserem absoluten Alcohol stets schon ein Alcohol-Wasser-Gemisch. Acidum aceticum glaciale enthält 96⁰ Essigsäure und 4⁰ Wasser, stellt also auch bereits ein Gemisch vor. Wir haben physikalisch ausgedrückt zwei Lösungen von Flüssigkeiten in Flüssigkeiten.

Mischt man zwei Flüssigkeiten, so ändern sich ihre physikalischen Eigenschaften. Ein einfacher Versuch lehrt dies: a Volumen Alcohol mit b Volumen Wasser gemischt geben nicht $a + b$ Volumen Mischung sondern $a + b - x$. Bei anderen Flüssigkeitsgemischen ist das Volumen der Mischung grösser als die Summe der Volumina der beiden Constituenten. Es muss also im Gemisch eine Dilatation oder Contraction der einzelnen Theile der Constituenten stattgefunden haben. Wie die Dichtigkeit, so ändern sich auch die anderen physikalischen Eigenschaften. Es sind aber auch Fälle bekannt, bei denen Lösungen von Flüssigkeiten in Flüssigkeiten irgend ein charakteristisches physikalisches Verhalten der einen Flüssigkeit unverändert zeigen. Man bezeichnet solche Eigenschaften derartiger Lösungen nach Nernst als „einseitige Eigenschaften“.

Wollen wir uns eine Vorstellung von unseren Fixationsmitteln rücksichtlich ihrer Wirkung auf die Gewebe machen, so haben wir vorerst ihre physikalischen Eigenschaften festzustellen. Dies ist, wie es scheint, bisher von keiner Seite geschehen, eine Unterlassungssünde, die nicht zu bedauern ist. Denn so lange ein richtiges Bild von den inneren physikalischen Verhältnissen der Gewebe zu entwerfen unmöglich ist, so lange ist eben der Fixationsprocess wissenschaftlich nicht zu erklären. Sätze wie: „Die Eiweisskörper werden durch Fixirungsmittel gefällt“, „Die Eiweisskörper gerinnen, coaguliren“, geben eine Beobachtung wieder, erklären aber hinsichtlich unserer histologischen Bilder nichts, weil sie eben keine wissenschaftliche Erklärung sind. „Gerinnung“, „Coagulation“ soll eine Aenderung des Aggregatzustandes bedeuten, während „Fällung“ ein ganz verschiedener, nämlich dissociirender Vorgang ist. Fällung kann eine Folge von Gerinnung sein, indem Körper in der Lösung durch Aenderung ihres Aggregatzustandes specifisch leichter oder schwerer werden und so nach den Gesetzen der Schwere sich sondern. Ob dies eintritt, hängt davon ab, wie sich bei Aenderung des Aggregatzustandes das specifische Gewicht der betreffenden Körper ändert; es hängt weiter davon ab, wie weit eine mechanische Verschiebungsmöglichkeit dieser Körper gegen die anderen vorhanden ist.

Man sieht, wie ungemein schwierig bereits der Begriff der Fällung ist. Um vieles schwieriger ist die Frage zu beantworten, was vorgeht,

wenn ein Constituent einer gelatinirten colloidalen Lösung, wie es das thierische Eiweiss vorstellt, seinen Zustand ändert, fester wird, zumal wenn diese Aenderung nicht durch Wasserverdunstung verursacht ist. Schon diese einfachen Ueberlegungen zeigen, wie auf diesem Gebiete noch ungemeine Schwierigkeiten zu überwinden sind, bevor man zu einer richtigen Auffassung kommen kann. Einen Unterschied aber zwischen physikalischen und chemischen Fixationsmitteln anzunehmen, dürfte ebenso wenig angehen als einen solchen zwischen den Färbemitteln zu construiren. Das soll des weiteren bei der Färbungstheorie erörtert werden.

Bei unserer vollständigen Unkenntniss von den inneren Eigenschaften der Fixirungsmittel wie der Gewebe ist es nicht angezeigt, Betrachtungen darüber anzustellen, wie die beiden Körper, wenn sie zusammentreffen, auf einander wirken. Mit exacter Naturwissenschaft haben derartige Betrachtungen jedenfalls nichts zu thun. Dennoch können sie von höchstem Nutzen sein, sofern man sich nicht vom Boden der Thatsachen entfernt und die rein empirisch gewonnenen Resultate mit einander vergleicht. In diesem Sinne sind die Versuche A. FISCHER's, die Wirkungen der gebräuchlichen Fixationsmittel auf meist in Wasser gelöste Nucleinkörper, Albumine, Peptone etc. zu untersuchen, mit Dank und Freude zu begrüssen. Weiteren Untersuchern wäre aber vielleicht zu empfehlen, statt derartiger verdünnter Lösungen gelatinirte colloidale Lösungen zu nehmen. Sie würden so den natürlichen um einen erheblichen Schritt ähnlichere Verhältnisse schaffen.

Es ist nicht möglich, eine Vorstellung davon zu gewinnen, worin die Reaction der Gewebe auf die Fixirungsmittel besteht. Wäre der Reactionsverlauf in diesem Falle zu verfolgen, wie es bei unendlich viel einfacheren Substanzen möglich ist, so hätte man Hoffnung über den Reactionsmechanismus etwas zu erfahren. Die Hoffnung auf diesem Wege zum Ziele zu kommen, ist für unsere höchst complicirten Körper keine allzu grosse. Man hat nämlich schon bei viel einfacheren Substanzen gefunden, dass, sobald die Reaction eintritt, die soeben entstandenen Reactionsproducte die weitere Reaction insofern deutlich beeinflussen, als Nebenreactionen zu stande kommen. So ist das Endproduct einer Reaction als Reactionsproduct der beiden ursprünglichen Substanzen nur cum grano salis aufzufassen.

Bei dieser hoffnungslosen Lage wirft sich die Frage auf: was können wir aus unseren fixirten histologischen Bildern direct schliessen, sind wir weitere Schlüsse aus ihnen zu ziehen berechtigt? Darauf ist zu antworten: aus der einzelnen Form, Farbe etc. dürfen wir nichts, aus dem Vergleich der Formen, Farben manches schliessen; mit anderen Worten: die physikalischen Eigenschaften fixirter Gewebe haben keinen absoluten sondern nur relativen Werth. Wie gross dieser für weitere Schlüsse auf das lebende Gewebe ist, bedarf im einzelnen Fall genauer Erwägung und ist generell nicht zu entscheiden. Wer eine generelle Entscheidung

versucht, setzt physikalische Gleichheit der Gewebselemente voraus. Dieser Voraussetzung widerspricht die Beobachtung lebender Gewebe.

Der zweite Theil vorliegender Arbeit wird Gelegenheit bieten, auf die Frage nach der Structur der Zellen im lebenden Zustande einzugehen. Wir werden dabei an der Hand des Thatsachenmaterials zu demselben Resultate kommen wie hier auf Grund theoretischer Erwägungen, dass sich eben eine generelle Entscheidung nicht fällen lässt.

Zur Theorie der Färbung von Geweben.

Der Streit, ob die Färbung von histologischen Elementen ein physikalischer oder chemischer Vorgang ist, hat nie geruht, seit Gewebe gefärbt werden. Mit mehr und weniger Energie haben die einzelnen Autoren die Färbung für rein physikalische oder rein chemische oder physikalische und chemische Processe erklärt.

Da es hier nicht Aufgabe sein soll, historisch die Anschauungen über Gewebstinctionen zu verfolgen, sei es gestattet, die diesbezüglichen Aeusserungen der ersten färbenden Histologen, eines Gerlach, Hartig, Göppert und Cohn zu übergehen und von den späteren Autoren nur etliche als prägnante Vertreter der einen oder anderen Anschauung zu berücksichtigen.

Mit Entschiedenheit spricht sich Gierke dafür aus, dass die histologische Färbung vielfach ein rein physikalischer Process ist, lehnt es aber auch ganz klar ab, ihn stets als einen solchen anzusehen. Diesen Standpunkt des allzu früh verstorbenen Forschers hervorzuheben, dürfte angesichts manch neuerer Publicationen, in denen Gierke als Verfechter der rein physikalischen Theorie hingestellt wird, nicht überflüssig erscheinen. Ueber seinen Standpunkt hat der Autor nicht den mindesten Zweifel gelassen, indem er schreibt: „Wenn ich nun behaupte, dass die histologische Tinction hauptsächlich auf dem physikalischen Process der Flächenanziehung, ja zum grossen Theil nur auf Diffusion und Inbibition beruhe, so will ich damit durchaus nicht das Vorkommen von chemischen Verbindungen bei der Färbung leugnen. Ganz im Gegentheil! Ich glaube sogar, dass es sich bei den Tinctionen sehr häufig um solche handelt, und dass gerade sie bei mikrochemischen Reactionen von der allergrössten Wichtigkeit sind.“ Gierke hält alle Färbungen, bei denen derselbe Farbstoff die verschiedenen Gewebselemente in einem und demselben Präparat verschieden färbt, für chemische Processe.

Diese Erscheinung der Metachromasie sowie die der Doppelfärbungen bei zeitlicher Folge der Farben sind es ganz besonders, welche den Vertheidigern der chemischen Theorie als Stütze dienten, wie sie ganz allgemein das elective Verhalten der verschiedenen Gewebselemente den verschiedenen Farbstoffen gegenüber nur durch chemische Vorgänge glauben erklären zu können. Die Histologen folgten dabei vielfach den Anschau-

ungen der Techniker, wohl in der nicht unberechtigten Annahme, dass bei deren grossen Erfahrung und eingehender wissenschaftlicher Beobachtung ihre Schlüsse auf dem ungemein schwierigen Gebiet der Färberei gut fundirt seien. Die Techniker haben an Beweisen, dass Färbung ein chemischer Process sei, keinen Mangel. Selbst eine Hauptstütze der Verfechter der physikalischen Anschauung, die Auswaschbarkeit vieler Farben nämlich, wird von den Gegnern nicht anerkannt (Hüppe).

Auf umfangreiche Versuche gestützt, hat A. Fischer mit grosser Energie den Beweis angetreten, dass alle histologischen Färbungen nur auf physikalischen Vorgängen beruhen. Nach ihm ist die Färbung abhängig vom Adsorptionsvermögen der Stoffe (Gierke's Oberflächenattraction), der Diffusionsgeschwindigkeit der Farblösungen und ihrer Concentration. Um das Adsorptionsvermögen ausreichend zu erklären, muss Fischer „einen kleinen Sprung in das Molekularphysikalische wagen". Er sieht das Adsorptionsvermögen als molekulare Anziehungskraft an, deren Sitz die Molekelgruppe (Micelle) ist und spricht dann weiter von „mechanischen Affinitäten" oder „Micellarattraction". Damit betritt er das Gebiet der physikalischen Chemie.

Auf diesem Gebiete bewegt sich auch die Theorie der Färbung O. N. Witt's. Nach ihm ist die Färbung Auflösung des Farbstoffs in der gefärbten Substanz. Es kommt mit anderen Worten zur Bildung einer festen Lösung. Er schliesst dies namentlich aus zwei Thatsachen. Einmal hat die gefärbte Substanz stets die Farbe des gelösten, nie des festen Farbstoffs, also ist der Farbstoff nicht eingelagert. Dass ferner die verschiedenen Körper die Farbstoffe verschieden farbig lösen, entspricht bekannten Erscheinungen, nach denen verschiedene Lösungsmittel denselben Stoff verschieden farbig lösen. Die Theorie ist mehrfach angefochten worden.

„Allein die Unterschiede zwischen physikalischem Gemisch und chemischer Verbindung sind doch nur graduelle und zwischen beiden finden wir in der Natur alle Abstufungen". Dieser fundamentale Satz W. Nernst's dürfte auch auf die Theorie der Färbungen anzuwenden sein. Chemische Verbindung ist eben nur ein physikalisches Gemisch von bedeutender Innigkeit. Wäre es dieses nicht, so wäre die ganze Hypothese von den Atomen und Molekülen sinnlos. Das Fundament dieser Hypothese ist die Annahme, dass kein Stoff den von ihm erfüllten Raum in allen Theilen lückenlos erfüllt, sondern dass jeder Stoff aus sehr kleinen, räumlich begrenzten Theilen besteht, die durch Lücken voneinander getrennt sind. Diese durch Thatsachen nicht nachweisbare, die Erscheinungen in der Natur aber gut erklärende Hypothese muss bis auf Weiteres aufrecht erhalten werden, weil wir ohne sie von den Aeusserungen der Kräfte am Stoff absehen und zur Betrachtung der Kräfte an sich übergehen müssten. Dies zu thun sind wir zur Zeit noch nicht in der Lage und

muss es bis auf Weiteres dahingestellt bleiben, ob unsere Organisation jemals eine derartige Betrachtung gestatten wird.

Die meisten, für histologische Tinctionen in Frage kommenden Farbstoffe sind Salze. Sie werden in Form von Lösungen gebraucht. Es sei die für Farblösungen zutreffende Annahme gestattet, dass diese Lösungen verdünnte sind, weil nur für diese allein bisher die physikalischen Verhältnisse genügend klar liegen. Wir wollen ferner voraussetzen, die Lösung der Farbstoffe geschehe zumeist in Wasser, eine Voraussetzung, die für die bei Weitem meisten Fälle der Thatsache entspricht.

Es ist eine Eigenthümlichkeit der verdünnten Salzlösungen, dass die in ihnen gelösten Salze sich physikalisch so verhalten, als ob die sie zusammensetzenden Theile nicht mehr verbunden wären. De facto ist dies auch der Fall, wie es allein schon daraus hervorgeht, dass nach ihrem osmotischen Verhalten Salzlösungen mehr Molekeln haben müssen als ihre Formel zeigt. So können wir das gelöste Salz nicht mehr als in seiner ursprünglichen Verbindung vorhanden ansehen, sondern nur in Bruchstücken. Da diese Bruchstücke ganz bestimmte Eigenschaften zeigen, die wir eben in den Salzlösungen vorfinden, haben wir ein Recht zu schliessen, dass die in ihnen enthaltenen Elemente in einem anderen als durch die Formel des Salzes ausgedrückten Zustande vorhanden sind. Diese Thatsachen und Ueberlegungen führten zur Ionenhypothese. Die Ionen können für sich niemals gewonnen werden, da infolge ihres elektrischen Verhaltens jedes Kation ein Anion bindet.

Mischt man zwei Flüssigkeiten, so ändert sich vielfach ihr Volumen, oft ihre anderen physikalischen Eigenschaften wie Lichtbrechungsvermögen, Farbe etc., d. h. die Summe der Volumina der beiden constituirenden Flüssigkeiten entspricht nicht dem Volumen des Gemisches. Bisweilen sind die Abweichungen des Gemischvolumens von der Summe der beiden Constituenten unbedeutend, so dass man Volumen wie auch andere Eigenschaften des Gemisches aus den der Constituenten annähernd berechnen kann. Die Eigenschaften einer Salzlösung können sich also aus denen der freien Ionen zusammensetzen.

Wasser wird bei Gegenwart freier Ionen stark contrahirt. Die Farbe verdünnter Salzlösungen hängt von der Farbe der freien Ionen ab. Die Beweglichkeit elementarer Ionen ist eine periodische Function ihres Atomgewichts und steigt demselben entsprechend in jeder Reihe verwandter Elemente.

Dichtigkeit des Lösungsmittels, Farbe der Lösung und Beweglichkeit der Ionen sind diejenigen Eigenschaften der Farblösung, mit denen wir bei dem Versuch, uns eine Vorstellung von den Färbungsvorgängen zu machen, in erster Reihe zu rechnen haben. Was die Ionen selbst betrifft, so haben wir von ihnen alle Eigenschaften der Moleküle

zu erwarten + der aus ihrer elektrischen Ladung resultirenden Eigenschaften.

Während die Farbstoffe, wie sie den Geweben geboten werden, physikalisch als verdünnte Salzlösungen anzusehen sind und ihr Verhalten nach deren Gesetzen zu betrachten ist, haben wir die Gewebselemente, wie bereits gezeigt wurde, physikalisch als gelatinirte colloidale Lösungen aufzufassen. Infolge des hohen Molekulargewichts der Colloide ist der osmotische Druck colloidaler Lösungen sehr gering, der Reibungswiderstand der Moleküle gegen das Wasser sehr gross. Stets aber ermöglicht eine colloidale Lösung Salzlösungen zu diffundiren, wie sie auch Salze zu lösen vermag.

Es stossen also bei histologischen Färbungen verschiedene — die einzelnen Gewebselemente — gelatinirte colloidale Lösungen mit verdünnten Salzlösungen zusammen und stellen mit ihnen ein Gemisch her. Einen Einblick in die Vorgänge zu gewinnen, die sich hierbei im einzelnen Falle abspielen, sind wir zur Zeit durchaus noch nicht in der Lage; dies um so weniger, als wir die gelatinirten colloidalen Lösungen schon mit Salzlösungen gemischt uns vorstellen müssen. Ueber das Verhältniss von gelatinirten colloidalen Lösungen zu Salzlösungen wissen wir aber mit Ausnahme ihrer Diffusionsbeziehungen — alle thierischen Membrane sind gelatinirte colloidale Lösungen — und ihres Salzlösungsvermögens nichts. Deshalb dürfte die Construction von Hypothesen als verfrüht erscheinen. Allgemeiner kann man über die Gründe, aus denen verschiedene Bestandtheile des Gewebes, mit demselben Farbstoff behandelt, verschiedene Farben zeigen, folgendes erwägen.

Da Salzlösungen binäre Gemische ihrer Ionen sind, mit anderen Worten vollständig dissociirte Electrolyten, so muss sich ihre Lichtabsorption resp. ihre Farbe aus der ihres positiven und ihres negativen Bestandtheils zusammensetzen. Die Farbe der freien Ionen bestimmt also die Farbe der Lösung. Verbindet sich das Ion mit einem anderen zum Salz, so wird sich in dubio die Farbe ändern. Wir werden also annehmen können, dass je nach Umständen die Farbe des freien Ions oder die des Salzes Ursache der differenten Färbung ist. Die Frage, ob sich Salze im Gewebe bilden, erledigt sich dadurch, dass eine andere Entstehung differenter Farben aus derselben Salzlösung nach den Gesetzen der physikalischen Chemie nicht denkbar ist. Was wir für Salze in dem Gewebe zu suchen haben, ist zur Zeit noch nicht zu discutiren.

Wenn Gierke, dessen Arbeiten in die erste Hälfte der 1880er Jahre fallen, einen Unterschied zwischen physikalischen und chemischen Vorgängen bei der Färbung machte, so handelte er als Kind seiner Zeit. Die grossen Anschauungen eines Newton, nach denen die Kräfte gesetzmässig wirken und die aus ihrem Wirken erschlossenen Gesetze überall anwendbar sind, schienen vergessen, Physik und Chemie getrennte Gebiete. Erst den bahnbrechenden genialen Leistungen van

t'Hoff's und den umfangreichen, tief durchdachten Arbeiten Ostwald's gelang es, die scheinbar gegensätzlichen Disciplinen auf dem Boden der physikalischen Chemie zu vereinigen. Wir sollen und können heute nicht mehr unterscheiden, ob ein Vorgang ein chemischer oder physikalischer ist. Negativer Beweis dafür ist, dass wir die Chemie nicht gegensätzlich zur Physik und diese nicht gegensätzlich zu jener definiren können, positiver Beweis, dass wir viele chemische Erscheinungen Dank den Arbeiten ausgezeichneter Forscher, wie eines van t'Hoff, Ostwald, Nernst, Arrhenius auf physikalische Vorgänge zurückzuführen gelernt haben. Wenn wir in vielen Fällen dies noch nicht können, so trägt allein unsere mangelhafte Kenntniss von dem was wir „Stoff" nennen die Schuld. Induction aber und Deduction zwingen zur Annahme einheitlicher Ursachen und einheitlicher Vorgänge für die Erscheinungen am Stoff. Der Unterschied zwischen physikalischen und chemischen Erscheinungen ist nicht principieller Art.

Capitel 2.

Beschreibung der Figuren.

Fig. 1.

Kaninchen, 5 Tage alt. Kleines Gefäss aus den Vorderhörnern. Vergrösserung 900.

Die graue Substanz und die Gefässwände grenzen ohne Zwischenraum ganz scharf aneinander. Das Gefäss ist gedrängt voll mit rothen Blutkörperchen. Ein Leukocyt liegt mitten im Gefäss und erfüllt das gesamte Lumen; wo er die Gefässwandungen berührt, sind dieselben ganz leicht eingezogen, so daß sie vor und hinter den Berührungsstellen leicht ausgebuchtet erscheinen. Zwei in ihrem inneren Bau und tinctoriellen Verhalten den Leukocyten ganz gleiche Körper finden sich rechts ausserhalb des Gefässes. Im Gegensatz zu dem mehr ovalen Leukocyten ist der untere mehr eiförmig, der obere unregelmässig rund. Der obere der beiden extravaskulären Körper ist um etwas dunkler, der untere um etwas heller als der Leukocyt. In ganz gleicher Art wie bei diesem findet sich bei dem unteren, dem Gefäss dicht anliegenden Körper die Gefässwand an der Berührungsstelle leicht zu dieser hin vorgewölbt. Zwischen dem oberen extravaskulären, dem Gefäss nicht anliegenden Körper und der Gefäßwand ist eine kleine Gewebslücke bemerkbar. Der Kern des Leukocyten wie auch der beiden anderen Körper zeigt dunkle scharfe Contur, das Chromatin in Form kleiner und gröberer Körnchen, die stellenweise durch Fäden oder Stäbchen verbunden sind. Von Protoplasma ist an allen drei Körpern nichts deutlich zu bemerken.

Fig. 2.

Kaninchen, 5 Tage alt. Piales Gewebe in der Umbiegung zur hinteren Commissur. Vergrösserung 1130. Die angrenzende weisse Substanz ist schematisch dargestellt.

Man sieht ein welliges, lockeres Gewebe, dessen Maschen grösstentheils von einer homogenen Substanz erfüllt sind. Die Kerne des Gewebes repräsentiren sich als runde, keilförmige, winkelige, gebogene, spindelförmige oder winkelig gebogene Körper. Sie sind scharf und dunkel conturirt. Die runden Kerne zeigen in hellerer Masse das Chromatin als dunkle Körner. Von den übrigen Kernen sind einige ganz gleichmässig dunkel, andere lassen von breiterer, dunkler Contur umsäumt eine etwas hellere Innenmasse erkennen, von der sich hin und wieder, so in dem dreieckig gebogenen Kerne links unten, eine punktförmige Substanz dunkel abhebt. Die runden, relativ hellen Kerne liegen an der Grenze zur weissen Substanz, der linke oben zur Hälfte in dieser. Protoplasma kann an allen Zellen nicht wahrgenommen werden.

Fig. 3.

Kaninchen, 5 Tage alt. Pia mater, von der aus ein Strang sich in die weisse Substanz erstreckt. Vergrösserung 900. Nachfärbung mit Eosin.

Man sieht das bei Abbildung 2 beschriebene Gewebe der Pia mit seinen Kernen, deren Chromatin sich vielfach deutlicher als im vorigen Bilde abhebt. Dem Zapfen entlang liegen scharf dunkel conturirte, keulenförmige bis runde Kerne mit staub- bis punktförmiger, auch etwas fädiger Vertheilung des Chromatins und stellenweise homogenem, hellem Inhalt. In dem untersten Kern ist ein Nucleolus im Gegensatz zu den übrigen violetten mehr röthlich gefärbt.

Fig. 4.

Kaninchen, 2 Tage alt. Pia mater mit angrenzender weisser Substanz. Vergrösserung 1130.

In der weissen Substanz finden sich grosse Kerne, an denen Protoplasma nicht sicher zu beobachten ist. Sie liegen z. Th. dem pialen Gewebe sehr eng an. Das Chromatin ist staub- bis punkt- bis stäbchenförmig vertheilt. Punktartig zeigt es sich auch vielfach der Kernmembran eingelagert. Der Inhalt der Kerne ist stellenweise hell, homogen.

Fig. 5.

Kaninchen, 5 Tage alt. Gewebe aus der Grenze zwischen grauer und weisser Substanz am Aussenrande des Vorderhorns. Vergrösserung 1130.

Es fallen zweierlei Arten von Zellen auf. Die eine Art zeigt tief dunkle, elliptische, spindel- bis keulenförmige Kerne, in denen öfter eine noch dunklere Substanz als kleine Körner zu unterscheiden ist, die andere helle, scharf durch Linien, auch Punkte umrandete, unregelmässig runde bis ovale, eiförmige, eckige, auch eigenthümlich (Zelle a) configurirte Kerne, in denen das Chromatin faden- bis punkt- bis staub- bis wolkenförmig erscheint. Zwischen beiden Arten kommen Uebergänge vor und zwar in verschiedenen Stadien. Nimmt man als extremste Vertreter der beiden Arten die Zellen d und e, so ist man geneigt, Zelle f mehr zur Art der Zelle e und Zelle c mehr zur Art der Zelle d zu rechnen. Zelle b aber steht zwischen Zelle f und Zelle c, so dass man sie ebenso gut zur Art der Zelle e wie zur Art der Zelle d rechnen kann.

Fig. 6.

Kaninchen, 5 Tage alt. Vergrösserung 900. Reihenartig geordnete Gruppe von Zellen aus der weissen Substanz.

Die Zellen, die nach Grösse, färberischem Verhalten, Chromatingehalt und Formen derselben Art angehören, zeigen recht verschiedene äussere Form. Sie sind unregelmässig rund, eiförmig, kolbenähnlich, hakenartig, einfach bis doppelt gebogen. Der Kern ist scharf conturirt, von Protoplasma nichts zu sehen. Das Chromatin tritt in kleineren und grösseren Punkten auch Strichelchen auf. Oben links liegen zwei Zellen einander dicht an und zwar in etwas mehr als nur einem Punkt, während die untersten beiden Zellen und die Zellen bei a sich nur in einem Punkt berühren. Die untersten beiden Zellen und die Zellen bei a haben unregelmässig runde Form, während die beiden Zellen oben links mehr regelmässig runde Contur zeigen.

Fig. 7.

Altes Kaninchen. Zwei Zellengruppen aus der weissen Substanz. Vergrösserung 1400.

Die Zellen gehören nach Grösse, tinctoriellem Verhalten und Vertheilung des Chromatins zu derselben Art. Der Kern ist scharf conturirt, das Chromatin staub- bis punktförmig, faden- und stäbchenartig. Die Fäden resp. Stäbchen verbinden mitunter die Körner, so dass es zu Hantel-, Komma-, Fragezeichen etc. ähnlichen Figuren kommt. Die Zelle links der oberen Gruppe zeigt nach oben hin doppelte Contur. In beiden Conturlinien finden sich Chromatinpunkte eingelagert. Die beiden rechten Zellen der oberen Gruppe grenzen auf einige Millimeter dicht aneinander. Die rechte dieser beiden Zellen ist an der Grenzseite flacher wie in ihrer übrigen Contur, die linke an der Grenzseite stärker nach aussen gewölbt, als an ihrer der Grenzseite gegenüber liegenden Seite. Die Zelle links oben ist im Allgemeinen ziemlich gleichmässig gekrümmt. Von den beiden unteren, gleichfalls auf einige Millimeter aneinander grenzenden Zellen ist die linke ziemlich gleichförmig oval, die rechte an der Grenzseite deutlich nach innen gebuchtet.

Fig. 8.

Altes Kaninchen. Zelle aus der grauen Substanz. Vergrösserung 1400.

Vom Protoplasma der Zelle ist nichts zu sehen. Der Kern zeigt eigenthümliche Form. Im Allgemeinen länglich oval, ist er an der oberen Seite schwach eingebogen, an der unteren scharf eingeknickt. Man kann ihn daher als aus zwei Hälften bestehend schildern. Die linke Hälfte ist unregelmässig kreisrund, grösser wie die rechte, mehr länglich ovale. Die Contur des ganzen Kerns ist scharf, dunkel. Chromatische Substanzen treten an und in ihr sowie im Kern als gröbere und feinere Körnchen auf. Die rechte Kernhälfte zeigt es auch mehr diffus, die linke in dieser Form nur am Rande. Feine Fäden verbinden etliche gröbere Körnchen miteinander.

Fig. 9.

Altes Kaninchen. Zellgruppe aus der grauen Substanz des Hinterhorns. Vergrösserung 1400.

Das Protoplasma ist nicht wahrzunehmen. Die beiden Zellen links, von denen die linke länglich oval, die rechte mehr keulenförmig ist, stehen mit ihren Längsachsen etwa im rechten Winkel aufeinander und berühren sich auf etwa 1 mm sehr innig. Die rechte längliche Zelle erinnert in ihrer allge-

meinen Form stark an die Zellfigur Nr. 8, jedoch ist ihre eine Längsseite weniger eingebogen, die andere stärker eingeknickt. Die Conturen aller drei Zellen resp. der Kerne sind scharf und dunkel. Das Chromatin tritt in Form von Wolken, kleinen und gröberen Körnchen, Haufen, Fäden und Stäbchen auf. Letztere verbinden öfter die grösseren Granula.

Fig. 10.

Altes Kaninchen. Zelle aus der grauen Substanz des Hinterhorns. Vergrösserung 1400.

Die Zelle übertrifft an Grösse die früher beschriebenen etwa um das einfache. Ihre Form ist unregelmässig elliptisch, die untere Langseite gleichmässig schwach, die obere etwas links von der Mitte ziemlich scharf eingebogen. Vom Protoplasma ist nichts zu sehen, der Kern reich an Kernsaft, daher hell. Die Kernmembran hebt sich scharf dunkel ab. Das Chromatin tritt in Form sehr kleiner und gröberer Körnchen, feiner Fäden und dickerer, gebogener Stäbchen auf.

Fig. 11.

Kaninchen, 5 Tage alt. Zelle aus der grauen Substanz des Vorderhorns. Vergrösserung 1400.

Vom Protoplasma ist nichts zu sehen. Der Kern zeigt scharfe Contur, die stellenweise (rechts oben) statt einer zusammenhängenden Linie einzelne kleine Punkte aufweist. Es ist viel Kernsaft vorhanden. Das Chromatin tritt in feineren und grösseren Punkten und zarten Fäden auf, die ein Netzwerk mit unregelmässigen, viereckigen Maschen bilden. An den Kreuzungspunkten der Maschen häuft sich die chromatische Substanz zu gröberen Körnern wie auch zu mehr formlosen Massen. Die Fäden scheinen meist nach den Körnern der Contur zu ziehen.

Fig. 12.

Kaninchen, 5 Tage alt. Zellengruppe aus der grauen Substanz der Hinterhörner. Vergrösserung 1400.

Protoplasma ist an den Zellen nicht zu beobachten. Die Kerne sind scharf, dunkel conturirt, unregelmässig rund bis eiförmig. Sie enthalten viel Kernsaft. Das Chromatin tritt in kleineren und gröberen, vielfach der Contur eng anliegenden, auch in ihr liegenden Körnern auf, ferner als feine gerade und geschwungene Fädchen, sowie als scheinbar mehr ungeformte Masse. Eine solche zeigt central namentlich die Zelle links oben. Hier ist auch, wie an den anderen Zellen meist peripher, ein mehr wolkenartiges Auftreten von chromatischer Substanz zu beobachten. Die Fäden verbinden vielfach die Körnchen, so dass diese meist in den Kreuzungspunkten der Fäden liegen. Sehr viele Fäden enden in den kleinen, der Kerncontur eng angelagerten Körnern. Die entstandenen Maschen sind drei-, vier- und mehreckig, recht unregelmässig.

Fig. 13.

Altes Kaninchen. Zellengruppe aus dem Hinterhorn. Vergrösserung 1400.

Die Zellen zeigen kein deutliches Protoplasma. Die grösste Zelle (oben) ist der kleinsten (rechts in der Mitte) etwa um das vierfache an Größe überlegen. Die Form der Zellen ist unregelmässig rund bis eiförmig. Der Kern ist scharf, dunkel conturirt. Das Chromatin tritt in Form von Wolken,

kleinen und grösseren Körnern, geraden und gebogenen Fäden auf. Diese sind manchmal maschenartig, manchmal mehr zweigartig angeordnet. Die gröberen Körner liegen vielfach in den Fäden, sowie auch in der Conturlinie des Kerns.

Fig. 14.

Altes Kaninchen. Zwei Zellen aus dem Hinterhorn. Nachfärbung mit Eosin. Vergrösserung 1400.

Die obere unregelmässig runde, die untere mehr eiförmige Zelle lassen von Protoplasma nichts erkennen. Die dunkel blauschwarz, scharf conturirten Kerne sind im Ganzen hell. Das Chromatin tritt als feinere und gröbere Körnchen und Fäden, die vielfach diese Körner verbinden, sowie als leichte Wolken auf. In der Mitte der Kerne zeigt sich je ein grosses, leuchtend roth gefärbtes Korn, welches von einem sehr schmalen, dunklen, violettblauen Streifen umrandet ist. In diesem Streifen liegen einzelne, gleichfalls dunkel blau-violett gefärbte Körnchen.

Fig. 15.

Altes Kaninchen. Gruppe von zwei Zellen aus den Hinterhörnern. Vergrösserung 1400.

Von den Zellen ist nur der Kern zu sehen, das Protoplasma nicht zu beobachten. Der linke Kern ist ziemlich regelmässig, der rechte unregelmässig rund. Sie liegen dicht aneinander. An der Berührungsstelle ist der rechte Kern ein wenig nach innen gebogen, während er beiderseits von dieser Stelle etwas nach aussen gewölbt ist. Die Kerne sind scharf, dunkel conturirt, stellenweise in der Contur Chromatinkörnchen zu bemerken. Solche gröbere, wie auch recht feine Chromatinkörnchen finden sich, öfter durch Chromatinfädchen verbunden, zahlreich im Kern.

Fig. 16.

Alte Ratte. Zellgruppe aus dem Hinterhorn. Vergrösserung 1400.

Von Protoplasma ist nichts zu beobachten. Es lassen sich zwei Kernsysteme optisch gegeneinander abgrenzen, trotzdem sie auf einer längeren Strecke innig aneinander grenzen. Links unten liegt ein kleiner, runder Kern, dessen Contur überall, auch dort, wo er an den anderen Kern angrenzt, gut zu erkennen ist. Der rechte, den linken an Grösse um das drei- bis vierfache übertreffende Kern zeigt sehr unregelmässige Form, indem einem grösseren oberen Halbkreis ein bedeutend kleinerer unterer lappenförmig anhängt. Die Contur ist am Uebergang vom grossen zum kleinen Theil rechts scharf eingezogen, links eingebogen. In dieser Einbiegung liegt der kleinere Kern. Das Chromatin tritt in beiden Kernen gleichartig als Körnchen, Körner, Fäden auf. Ein grosser centraler Nucleolus im grossen Kern scheint aus zwei Substanzen zu bestehen, einer mehr dunkel-violetten, die von einer mehr braunrothen halbmondförmig umgriffen wird.

Fig. 17.

Altes Kaninchen. Zelle aus der grauen Substanz der Vorderhörner. Vergrösserung 1400.

Die bei weitem grösste Masse der Zelle stellt der schwarz-violette, scharf conturirte Kern dar. Das Protoplasma umgibt diesen als ganz feine, dünne, röthliche Masse, die an Breite um geringes an einer Stelle zunimmt, an welcher

der Kern, der in seiner Form der Fig. 8 resp. 9 ähnelt, scharf eingezogen ist. Dieser, zum grössten Theil klar und durchsichtig, enthält das Chromatin am Rande in wolkenartiger Schicht, im Uebrigen als spärliche, gröbere und feinere Punkte wie gebogene Fäden.

Fig. 18.

Altes Kaninchen. Zelle aus den Hinterhörnern. Vergrösserung 1400.

Der grosse, helle, dunkel violett-blau, mit Punkten oder durch Linie begrenzte Kern zeigt neben mehreren kleineren zwei grosse, gleichfalls dunkel blau-violette Nucleoli. Ausser in diesen findet sich das Chromatin als leichte Wolken wie auch in Form von Fäden, die vielfach die kleinen Körnchen verbinden. Links liegt dem Kern ein ganz schmaler Saum röthlich-violetten Protoplasmas sichelförmig an.

Fig. 19.

Kaninchen, 5 Tage alt. Zelle aus der weissen Substanz. Vergrösserung 1400.

Die ziemlich gleichmässig runde Zelle zeigt einen sehr grossen, blauschwarz conturirten Kern und denselben etwa zur Hälfte halbmondförmig umfassend einen mässig breiten Saum von violett-röthlichem Protoplasma, in dem leichte dunkle Wolken zu unterscheiden sind. Der ovale, an der unteren Langseite auf kurze Strecke scharf eingedrückte Kern enthält das Chromatin in breiterer Randzone sowie in einzelnen grösseren Körnern, wie geschlängelten und mehr geraden Fädchen. In der Randzone ist das Chromatin wolkenartig bis punktförmig, besteht auch aus kleinen, vielfach gebogenen Stäbchen.

Fig. 20.

Alte Ratte. Zelle aus der grauen Substanz der Hinterhörner. Vergrösserung 1400.

Die Zelle besteht aus einem sehr grossen Kern, dessen scharfe Conturen und Chromatinmassen gleich tief dunkel-violett erscheinen. Das Chromatin tritt als gröbere, kleinere und sehr feine Körnchen auf, wie auch als mehr gerade wie gebogene Fäden. Wo sich dieselben kreuzen, liegt vielfach ein Körnchen. Das Protoplasma ist nur an der linken Seite des Kerns zu beobachten, wo es ihm als dreieckige, etwa um $^2/_3$ als der Kern selbst kleinere Masse anliegt. Es ist rosa-violett gefärbt und zeigt deutlich diffus vertheilt dunklere Körnchen.

Fig. 21.

Kaninchen, 5 Tage alt. Zelle aus der weissen Substanz. Vergrösserung 1400.

Die im Ganzen etwa luftballonförmige Zelle zeigt einen sehr grossen kreisrunden Kern. Derselbe ist scharf schwarz-violett conturirt und stimmt in dieser Farbe mit einigen dunklen grösseren Chromatin-Granula überein. Das Chromatin tritt ferner als sehr feine Pünktchen sowie als gebogene und gerade Fäden und Stäbchen auf, deren Farbe um etwas heller als die der gröberen Granula ist. Das Protoplasma liegt dem Kern nach unten hin als dünne dreieckige Spitze, nach oben als mehr breite und ziemlich grosse Kappe an. Seitlich scheint der Kern vom Protoplasma nicht umfangen zu werden. In dem röthlich-violett gefärbten Protoplasma ist eine um etwas dunklere feinkörnige Substanz deutlich zu beobachten.

Fig. 22.

Alte Ratte. Zelle aus der weissen Substanz. Vergrösserung 1400.

Die Zelle zeigt unregelmässig runde Form. Als dunkle, blau-violette Substanz ist der halbmondförmige, vollkommen peripher gelegene Kern von dem um vieles helleren Protoplasma zu unterscheiden. Die Conturen des Kernes sowie auch einige punktförmige Körnchen in ihm heben sich, noch dunkler, von der Kernmasse ab. Auch im Protoplasma sind zahlreiche, dicht gedrängte, als die Grundmasse dunklere Körper zu beobachten.

Fig. 23.

Kaninchen, 2 Tage alt. Zelle in der weissen Substanz. Vergrösserung 1400.

Die Zelle als Ganzes zeigt Zuckerhut ähnliche Form. Der ovale, grosse, scharf und blau-schwarz conturirte Kern liegt mit seiner Längsachse in der Längsachse des Hutes. Das röthlich-violette Protoplasma umgiebt ihn allseitig, sehr schmal an seinen Längsseiten, breiter an den Schmalseiten. Im Protoplasma ist eine feine, punkt- bis fadenförmige, leicht dunklere Substanz zu sehen. Der Kern zeigt das Chromatin in gröberen Punkten, welche zum Theil der Contur eng anliegen, ferner als Fäden, welche die Punkte verbinden, sowie als sehr feine, granulirte bis wolkenförmige, periphere Masse.

Fig. 24.

Alte Ratte. Zelle aus der grauen Substanz des Hinterhorns. Vergrösserung 1400.

Die unregelmässig, biscuitförmig gestaltete Zelle zeigt zwei grosse Kerne, deren unterer unregelmässig rund und deren oberer unregelmässig oval ist. Die Kerne sind dunkel-violett, scharf conturirt. Das der Contur gleichfarbige Chromatin tritt in ihnen als kleine und gröbere Pünktchen auf, die vielfach durch Fäden verbunden sind. Meist liegt an den Kreuzungsstellen der Fäden ein Punkt. Das röthlich-violett gefärbte Protoplasma umgiebt die Kerne in wechselnd breiter Schicht und zeigt deutlich eine punktförmige im gleichen Tone tiefer gefärbte Substanz.

Fig. 25.

Alte Ratte. Zellengruppe aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

Die sehr unregelmässig gestaltete, als Ganzes in ihrer Form an ein Dreieck mit mehrfach eingedrückten Seiten erinnernde Zelle zeigt bläulichrothes Protoplasma, das von dunkleren, blau-violetten Wolken haufen- und streifenförmig durchzogen wird. Zwei grosse Kerne, von denen der rechte eiförmig, der linke recht unregelmässig oval ist, sind ziemlich scharf durch eine punktförmige, dunkel blau-violette Substanz gegen das Protoplasma abgegrenzt. Eine gleiche Substanz findet sich, theils zu feinen Fäden geordnet, theils als gröbere Körner, wie auch in geraden und gekrümmten Stäbchen im hellen Inhalt des Kernes. Diese grosse Zelle umgeben fünf kleine Zellen, von denen drei ihr oben, eine unten ziemlich dicht anliegen. An den kleinen Zellen ist nur zum Theil Protoplasma zu beobachten. Ihre Kerne entsprechen den früher vielfach geschilderten. Dort, wo die beiden Zellen oben links der grossen Zelle anliegen, weicht das Protoplasma dieser so zurück, resp. ragt der Art vor, dass es der ihr gegenüber liegenden Contur der kleinen Zellen entspricht. Daher bildet es an der Stelle, an welcher die beiden kleinen Zellen einander dicht anliegen, eine zwischen sie hervordringende Spitze.

Fig. 26.

Kaninchen, 5 Tage alt. Grosse Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösser. 900.

Die unregelmässig viereckige, in vier Spitzen auslaufende Zelle zeigt röthlich violettes Protoplasma und einen sehr grossen, hellen Kern. In dem Protoplasma findet sich als kleine Stäbchen, Haken, Strichelchen überall zerstreut eine dunkel blau-violette Substanz, die häufig, so namentlich in den Stäbchen an der rechten Kante der Zelle, abwechselnd aus ganz niedrigen Lagen einer helleren und einer dunkleren Masse zu bestehen scheint. Der durch Linien und Punkte ziemlich scharf abgegrenzte Kern zeigt das Chromatin genau gleichfarbig mit jener dunklen Masse im Protoplasma. Der Form nach tritt es in gröberen und feinen Körnchen sowie Strichelchen auf. Diese, die vielfach aus ganz feinen Körnchen zusammengesetzt erscheinen, sind zu Maschen geordnet, in deren Kreuzungspunkten oft ein grobes Korn liegt. An der Stelle, an welcher der Kern links gegen das Protoplasma grenzt, liegt die dunkle Substanz resp. das Chromatin in zusammenhängenden Massen. Ob diese der Kernmembran äusserlich aufliegen oder sie durchsetzen, ist nicht zu entscheiden.

In dem Winkel, den der rechte, obere Fortsatz mit der Zelle bildet, findet sich eine kleine Zelle von der früher oft beschriebenen Art.

Fig. 27.

Altes Kaninchen. Grosse Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 900. Nachfärbung mit Eosin.

Die dreieckige, unregelmässig conturirte Zelle zeigt rosa-violettes Protoplasma und central einen grossen, hellen, runden Kern. Im Protoplasma findet sich unregelmässig zerstreut eine dunkel blau-violette Substanz in kleineren und grösseren länglichen Haufen von streifigem Aussehen. Das Chromatin stimmt mit dieser Substanz in der Farbe vollständig überein. Es markirt in Form von feinen Punkten die ganze Contur des Kerns, wie es auch in solchen zu Linien geordneten Punkten denselben durchzieht. Diese Linien verlaufen unregelmässig; zum grossen Theil setzen sie sich als Radien an einen hoch roth gefärbten, von einem schmalen, punktirten, blau-violetten Saum umgebenen Nucleolus an.

Neben der linken Seite der Zelle liegen untereinander, ihr ziemlich nah, zwei kleine, runde Zellen der früher beschriebenen Art. Das Protoplasma der grossen Zelle weicht entsprechend der ihr zugewandten Contur der kleinen Zellen zurück, so dass es zwischen diesen beiden Zellen wie oberhalb und unterhalb derselben eine kleine hervorragende Spitze bildet.

Fig. 28.

Alte Ratte. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400. Nachfärbung mit Säurefuchsin.

Die Zelle ist unregelmässig halbkreisförmig, zeigt röthlich-violettes Protoplasma und helleren Kern. In dem Protoplasma finden sich unregelmässig zerstreut um weniges oder um vieles dunklere, blau-violette, verschieden, doch meist länglich geformte Körper, namentlich dicht am Zellrande. Der Kern zeigt sich stellenweise durch eine zusammenhängende Linie, meist aber durch feine, dunkel blau-violette Punkte begrenzt. Das Chromatin, von gleicher Farbe, ist theils mehr wolkenartig, so besonders am Rande und um die grossen Nucleoli herum, theils in grossen und kleinen Punkten geformt, die stellenweise zu mehr zusammenhängenden Linien zu confluiren scheinen. Ein

sehr grosser und vier kleinere Kernkörperchen zeigen sich braunroth gefärbt. Ihr Rand ist meist durch einen schmalen, dunkel blau-violetten Saum eingefasst.

Ganz nah liegt der grossen Zelle rechts unten eine kleinere von der bekannten Art an. Die grosse Zelle zeigt, wo ihr die kleine Zelle vorgelagert ist, eine Einbiegung, deren Contur der ihr zugewandten Grenze der kleinen Zelle etwa entspricht.

Fig. 29.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

Die sehr spitzwinklige, unregelmässig dreieckige Zelle zeigt zwei kürzere Fortsätze von den Winkeln der Basis und einen langen von der Mitte der Basis ausgehend. Ihr Protoplasma ist röthlich-violett mit dunkleren, unregelmässig geformten, wolkenartigen Zügen und kleineren Körpern. Der ovale Kern ist hell, dunkel blau-violett conturirt; das Chromatin zeigt sich in ihm theils röthlich-violett, wolkenartig, theils in kleineren und grösseren dunkelblauvioletten Punkten und Strichelchen, die häufig die Punkte verbinden.

Drei kleinere Zellen von der bekannten Art liegen der grossen an, eine am Spitzenfortsatz, zwei an der Basis. Das Protoplasma der grossen Zelle zeigt dort, wo ihr die kleinen Zellen anliegen, eine mehr oder weniger umfassende negative Form der kleinen Zellen. Während sich diese am Spitzenfortsatz nur durch eine Ausbiegung markirt, umfasst an der Basis das Protoplasma der grossen Zelle die obere der beiden kleineren Zellen etwa zur Hälfte, die untere zu $^2/_3$. Das Protoplasma liegt hier zum Theil den kleinen Zellen sehr eng an.

Fig. 30.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

Die unregelmässig dreieckig geformte Zelle theilt sich an ihrer Spitze in zwei Fortsätze. Ihr Protoplasma ist rosa-violett und zeigt meist unregelmässig länglich, aber auch hakenförmig, dreieckig, keulenförmig, vieleckig geformte, dunklere, blau-violette Körper. Der helle, central gelegene, runde Kern ist scharf, tief dunkel blau-violett durch eine Linie conturirt. An diese Linie grenzt nach innen zu ein schmaler, blau- bis rosa-violetter Streifen, der nach der Mitte zu heller wird. Ein grosser rothbraun gefärbter Nucleolus wird von einer dunklen, blau-violetten, schmalen Contur eingefasst. Ihn umgiebt ein dreieckiger Haufen ebenso gefärbten, punktförmigen Chromatins. Gleiche, nur mehr runde Haufen finden sich noch an manchen Stellen. Im Uebrigen tritt das Chromatin in kleineren und grösseren Punkten, sowie in Linien auf, die vielfach diese Punkte verbinden und stellenweise aus einer dunklen, punktförmigen und einer helleren Substanz zu bestehen scheinen.

Links wird eine kleine, runde Zelle der bekannten Art vom Protoplasma der grossen zu etwa $^2/_3$ eng umschlossen und hebt sich in Folge ihres grossen, dunkel violett-blauen Kerns scharf vom röthlichen Protoplasma der grossen Zelle ab.

Fig. 31.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

Die unregelmässig dreieckige Zelle zeigt rosa-violettes Protoplasma und in demselben als kleine Körper überall zerstreut eine um weniges bis stark dunklere Masse, die in Form von feinen und gröberen Körnern, sowie als Streifen verschiedenen Kalibers, ferner als ovale, drei- und mehreckige, kolben-,

komma- etc. artige Gebilde auftritt. Die kleinen feinen Streifchen liegen vielfach parallel dicht nebeneinander. Der helle Kern ist scharf dunkel blau-violett umrandet. Das roth- bis blau-violette Chromatin zeigt sich als feine bis gröbere Körnchen, von denen die grössten wieder aus feinen Körnchen zusammengesetzt scheinen, ferner als Fädchen, die theils gerade theils gebogen die Körner verbinden.

Eine kleine Zelle der oft beschriebenen Art liegt links neben der grossen, zwei unten zum Theil, eine weiter oben ganz in dem Protoplasma der grossen Zelle. Während es bei den zwei Zellen unten fraglich sein kann, ob sie in oder über der grossen Zelle liegen, weil sie in Folge ihres grossen, dunklen Kerns das hellere Protoplasma decken, muss die weiter oben gelegene Zelle, weil sie hell erscheint, nothwendigerweise im Protoplasma liegen. Da ihr Kern hell gegen das röthliche Protoplasma der grossen Zelle steht, lässt sich schliessen, dass der Schnitt sehr glücklich geführt ist, indem er unterhalb und oberhalb der kleinen Zelle kein oder nur sehr wenig Protoplasma der grossen Zelle gefasst hat. Wäre dies nicht der Fall, so könnte der Kern der kleineren Zelle central nicht farblos sein, sondern das röthlich-violette Protoplasma der grossen Zelle müsste ihn rosa erscheinen lassen.

Fig. 32.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400. Nachfärbung mit Eosin.

Die Zelle ist unregelmässig dreieckig, ihr Protoplasma hell grau-blau mit einem leichten Stich ins Röthliche. In demselben finden sich regellos zerstreut ganz scharf conturirte, tief dunkel grau-blaue Körper von mannigfacher Form, dreieckig, keulenförmig, vieleckig, gezackt, hakenförmig etc. Der ganz helle Kern ist theils durch tief dunkel grau-blaue Linien, theils durch gleichartige Punkte scharf begrenzt. Das dieselbe Farbe zeigende Chromatin tritt in Form von grösseren und kleineren Körnchen sowie Fäden auf. Diese, meist gebogen, scheinen öfter aus Körnchen zusammengesetzt zu sein.

Fig. 33.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

Die im Allgemeinen runde Zelle zeigt röthlich-violettes Protoplasma, in dem sich zahlreiche, dunkler und mehr blau-violett gefärbte, unregelmässig geformte und gelagerte Körper unterscheiden lassen. Sie sind theils ziemlich scharf, theils unscharf conturirt. Die Unschärfe der Contur resultirt öfter aus dem Umstand, daß das Protoplasma nirgends ganz homogen erscheint, sondern seine röthlich-violette Grundsubstanz überall dunklere bis in's Blauviolette hinüberspielende Töne zeigt. Der grosse, im Ganzen um vieles hellere Kern ist nicht scharf begrenzt, indem das Protoplasma allmählich in ihn überzugehen scheint. Das dunkel röthlich- bis blau-violette Chromatin tritt als kleinere und grössere Punkte auf, die vielfach zu Reihen geordnet sind, so namentlich in der Peripherie des Kernes, wo sie im Uebergangsgebiet des Protoplasmas zum Kern sich mehrfach zu Abschnitten einer gebogenen Linie zusammengesetzt finden.

Fig. 34.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

Die unregelmässig dreieckige Zelle zeigt röthlich-violettes Protoplasma, in dem sich eine dunkel blau-violette, bald feinkörnige, bald streifenförmige

Substanz unregelmässig zerstreut findet. Die Streifen lagern sich meist mehrfach parallel an einander und nehmen zumeist die peripheren Theile der Zelle ein. In dem grossen, scharf conturirten, dreieckigen Kern, dessen Seiten etwas nach aussen hervorgewölbt sind, fällt zumeist ein sehr grosser, centraler, rothbrauner, durch eine schmale, tief blau-violette Linie scharf umrandeter Nucleolus auf. Ihn umgiebt halbmondförmig eine schmale, hell-rosa bis weisse Zone. Nucleolus + diese Zone werden von einem breiten Streifen einer blau-violetten Substanz umfasst, in der kleine und grössere Körner und Streifen einer tief dunkelblau-violetten Masse zu unterscheiden sind.

Fig. 35.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

Die länglich ovale, sehr unregelmässig geformte Zelle zeigt ein nicht homogenes, hell und dunkler braunrothes Protoplasma, in dem eine tief dunkelbraunrothe Substanz als Schollen unregelmässig zerstreut liegt. Der helle Kern setzt sich an einzelnen Stellen, so oben und unten, scharf gegen das Protoplasma ab, im Uebrigen geht dasselbe in den Kern über. Diese Uebergangspartien sind heller gefärbt als das Protoplasma. In der Mitte des Kerns liegt eine grosse, tief dunkel braun-rothe, schollige Masse, die von einem Saum umgeben wird, der in der Farbe mit den ungeformten Uebergangsmassen vom Protoplasma zum Kern übereinstimmt.

Fig. 36.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

Die unregelmässig trapezförmige, durch zwei entgegengesetzt gerichtete Fortsätze mehr spindelförmig wirkende Zelle zeigt weder morphologisch noch färberisch eine deutliche Abgrenzung des Kerns gegen das Protoplasma. Dieses, blau-violett, weist vielfach unregelmässig geformte körner-, bis stab-, bis schollenförmige, dunkler blau-violett gefärbte Gebilde auf, die mitunter, so namentlich nach dem rechten Fortsatz zu und in ihm zu langen Fäden parallel geordnet sind. In der Zelle befindet sich ein ganz schmaler, heller Streif. Oberhalb desselben liegen dicht gedrängt kleine Körner der geschilderten Art, die insgesammt etwa eine runde Fläche einnehmen, allerdings ohne irgendwelche schärfere Grenze. So finden sich gleich grosse und gleich tingirte, nur weniger dicht gelagerte Körner, namentlich dicht rechts von der runden Fläche.

Fig. 37.

Altes Kaninchen. Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1400.

In einer grossen, eigenthümlich hornartig geformten Zelle liegt ein sehr grosser, heller Kern am unteren, breiten Ende. Hier umfasst ihn das röthlich-violette, von dunkleren violetten Wolken und Streifen durchzogene Protoplasma nur mit einem ganz schmalen Saum. Der durch eine dunkel blau-violette, scharfe, stellenweise aus Punkten zusammengesetzte Linie conturirte Kern zeigt central einen grossen, dunkel rothbraunen, von einem schmalen, tief blau-violetten Saum eingefassten Nucleolus. Um diesen, wie auch am inneren Rande des ganzen Kerns findet sich eine wolkige, in der Farbe mit dem Protoplasma etwa übereinstimmende Substanz. Das Chromatin tritt weiter in grösseren und feineren geraden und gewundenen Fäden auf, die vielfach grössere Chromatingranula verbinden.

Wo der Kern der grossen Zelle durch den feinen Protoplasmasaum ein-

gefasst wird, liegt ihm ein anderer, etwa 1/4 so grosser, im Uebrigen, abgesehen von der Farbe des grossen Nucleolus, sehr ähnliche Verhältnisse aufweisender Kern ganz dicht an. Zu diesem Kern gehöriges Protoplasma ist nicht zu entdecken.

Fig. 38.

Altes Kaninchen. Zellgruppe aus der weissen Substanz der Hinterstränge. Vergrösserung 1130.

In dem gewohnten Grunde der Sonnenbildchen, das sich hier nur durch Grösse, eventuell punktförmige Zusammensetzung, auch ringförmige Bildung der centralen Flecke auszeichnet, finden sich zwei kleine Zellen der früher oft beschriebenen Art und drei grössere Zellen. Von diesen zeigt die untere röthlich-violettes Protoplasma und blau-violetten Kern, die links oben gleichfalls röthlich-violettes Protoplasma, darin aber einen helleren Kern, die rechte oben blau-violettes Protoplasma und kleinen Kern. Die Details der Zellen bieten nichts Abweichendes von denen, die an den grossen Zellen aus den Vorderhörnern beschrieben wurden. Das Fehlen des Kerns in der Zelle rechts oben, deren dunkle Substanzen im Protoplasma scharf hervortreten, wird auf eine für diese Zelle periphere Schnittführung zurückzuführen sein, die zwar das Protoplasma, nicht aber mehr den Kern traf.

Fig. 39.

Kleine Zellen aus der Grosshirnrinde des Hundes. Vergrösserung 1400.

Die Zellen stammen sämmtlich aus demselben Schnitt. Ihre Lage ist willkürlich gezeichnet. Eine Beschreibung der einzelnen Zellen erübrigt sich, da sie mit den aus dem Rückenmark stammenden, vorher einzeln beschriebenen Zellen mit grossem Kern und keinem wahrnehmbaren, resp. geringen Protoplasma nach äusserer und innerer Form und tinctoriellem Verhalten übereinstimmen.

Fig. 40.

Kleine Pyramidenzellen aus der Grosshirnrinde einer Katze. Vergrösserung 1130.

Die Zellen stammen, mit Ausnahme der letzten rechts, von demselben, mit Saffranin nachgefärbten Präparat. Die Zelle rechts ist einem mit Eosin nachgefärbten Schnitt entnommen. Die Lage der Zellen ist willkürlich. Die eine Zelle zeigt statt Pyramiden- Spindelform.

Die einzelnen Zellen bieten nichts Abweichendes von den grösseren Zellen aus dem Rückenmark. Wie in diesen ist ihr Kern bald hell, bald mehr dunkel, bald vom Protoplasma gar nicht zu unterscheiden, bald mehr punktförmig, bald mehr linear begrenzt. Das Protoplasma zeigt fein vertheilt eine sich von ihm dunkel abhebende Substanz, die in ihrem färberischen Verhalten dem Chromatin gleicht. Dieses tritt als Punkte, Strichelchen, Wolken, Schollen auf. Grössere Nucleoli sind öfter mehr roth gefärbt und violett conturirt.

Fig. 41.

Grosse Pyramidenzellen aus der Grosshirnrinde eines ausgewachsenen Kaninchens. Vergrösserung 1130.

Die Zellen stammen aus drei Schnitten. Sie stimmen, abgesehen von ihrer durchweg schlanken Form, nach jeder Richtung hin, sowohl rücksicht-

lich der Kerne wie des Protoplasmas, wie auch ihres Verhaltens zu den kleinen Zellen, mit den grossen Zellen aus den Vorderhörnern des Rückenmarks überein.

Photogr. 1.

Altes Kaninchen. Weisse Substanz. Vergrösserung 250.

Auf dem bekannten Grunde der Sonnenbildchen, dessen centrale Punkte relativ gross und häufig vieleckig erscheinen, findet sich eine beschränkte Anzahl kleiner Zellen, von denen nur der Kern sichtbar ist. Dieselben sind meist rund, seltener keulenförmig (so die Zelle rechts unten), von hellem Inhalt und dunkel conturirt oder im Ganzen dunkel. Rechts oben, ziemlich dicht am Rande, liegt eine Zelle von mondsichelartiger Form.

Photogr. 2.

Kaninchen, 2 Tage alt. Weisse Substanz. Vergrösserung 250.

In dem üblichen Grunde der Sonnenbildchen finden sich sehr zahlreiche, kleine, runde bis keulen-, bis spindelförmige Zellen, deren Kern von hellem Inhalt und dunkel conturirt oder ganz dunkel erscheint. Von Protoplasma ist an den meisten Zellen nichts zu sehen, an einigen (in der Mitte des Gesichtsfeldes etwa) sitzt es dem Kern kappen- bis schwanzförmig auf.

Photogr. 3.

Altes Kaninchen. Weisse Substanz. Vergrösserung 590.

Den Grund geben die Sonnenbildchen ab. Etwas rechts von der Mitte des Gesichtsfeldes findet sich eine polygonale Zelle, in deren Protoplasma dunkle, körnige Massen zu erkennen sind. Der helle Kern zeigt dunkles Kernkörperchen und radiär von ihm ausgehend einige Fäden. Etwa $1\,^1/_2$ cm vom linken Rande, etwas unterhalb der horizontalen Achse des Gesichtsfeldes, liegt eine runde Zelle, die eine dunkle Masse nur sichelförmig an der Peripherie zeigt. Abgesehen von diesen beiden Zellen sind noch drei runde Zellen zu sehen, von denen die eine, die unterhalb der vorher beschriebenen Zelle liegende, ganz dunkel, die oben ziemlich dicht am Rande zum grössten Theil dunkel, die ganz dicht rechts am Rande nur dunkel conturirt erscheint.

Photogr. 4.

Kaninchen, 2 Tage alt. Weisse Substanz. Vergrösserung 590.

Auf dem gewohnten Grunde der Sonnenbildchen liegen zahlreiche runde, bis spindel-, bis keulenförmige Zellen, von denen etliche sich berühren. Protoplasma ist an den meisten von ihnen nicht wahrzunehmen, an einigen aber recht deutlich. So liegt es dem grossen Kern links von der Mitte schwanzartig nach oben und unten an. Die Kerne sind hell oder mehr gleichmässig dunkel, scharf conturirt. Das Chromatin tritt als unregelmässig vertheilte Körner auch Fädchen auf.

Photogr. 5.

Kaninchen, 2 Tage alt. Aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 590.

In das Grundgewebe eng eingeschmiegt liegen grosse und kleine Zellen. Das Protoplasma der grossen, unregelmässig geformten, zeigt dunkle Striche, Punkte, Schollen, Fäden. Ihr heller Kern ist durch Linien und Punkte mehr und weniger deutlich gegen das Protoplasma abgegrenzt. Im Kerne sind dunkle Massen als Fäden und Punkte zu beobachten. Die kleinen Zellen

sind rund bis keulen- bis hakenförmig. Von ihrem Protoplasma sind meist nur Spuren zu sehen.

Die grosse Zelle links in der Mitte umgreift an ihrer rechten Seite mittelst ihres Protoplasmas eine kleine Zelle etwa zur Hälfte.

Photogr. 6.

Junges Kaninchen. Grosse Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1600.

Die Zelle ist mit ihren Ausläufern dem Gewebe eng eingeschmiegt. Das Protoplasma zeigt hellere und dunklere, schollige bis streifige Massen. Der helle Kern ist theils linear durch doppelte Contur, theils durch Körner unscharf begrenzt. In ihm finden sich neben leichten, wolkenartigen Massen sechs Nucleoli, von denen vier zu je zwei durch einen Stab verbunden sind.

Von den kleineren Zellen im Gesichtsfelde beansprucht das Gebilde links unten Interesse. Es scheint aus zwei Zellen zu bestehen, die so eng einander anliegen, dass sie an der Berührungsfläche abgeplattet sind.

Photogr. 7.

Junges Kaninchen. Grosse Zelle aus dem Vorderhorn. Vergrösserung 1600.

Der grosse, helle Zellkern ist gegen das Protoplasme scharf durch eine vielfach aus Punkten bestehende Linie abgegrenzt. In ihm findet sich neben kleinen und grösseren Körnern, die oft zu Reihen geordnet sind, eine grosse, dunkle, centrale Masse. Ihrer Contur nach zu urtheilen, besteht auch diese aus Körnchen. Dicht neben dem Kern, also im Protoplasma, findet sich ein kleiner, runder, heller, tief dunkel conturirter Körper, dem kappenartig an einer Seite eine dunkle, streifige Substanz aufsitzt. Ein diesem Körper, abgesehen von der Kappe, ganz gleicher, liegt im periphersten Theile des Protoplasmas der Zelle, von dieser halb umschlossen.' Das Protoplasma ist von scholligen bis streifigen, dunklen Massen erfüllt. Rechts oben findet sich dicht an seiner Grenze ein Körper, der aus zwei ovalen Körpern zu bestehen scheint, deren Wand an der Berührungsstelle geschwunden ist.

Capitel 3.

Zusammenfassung der Beobachtungen.

Ueberall im centralen Nervensystem, sowohl in der weissen Substanz wie in der grauen, in dieser bei weitem zahlreicher als in jener, finden sich kleine Zellen, die nach Grösse, Form und tinctoriellem Verhalten mit den Leukocyten übereinstimmen (Fig. 1). Sie sind während der Entwickelungsperiode um vieles zahlreicher als beim ausgewachsenen Thier (Photogr. 1, 3 und 2, 4). Ihre Lage ist im Allgemeinen unregelmässig zerstreut (Photogr. 1, 2, 3, 4, 5), doch sind sie öfter zu Reihen geordnet (Fig. 3, 6), weil sie längs der von den umgebenden Häuten in die Nervenmasse eindringenden, pialen Fortsätze liegen (Fig. 3). Der

Form nach sind sie rund bis oval, bis ei-, auch keulenförmig, auch gebogen (Fig. 6). Von ihrem Protoplasma ist vielfach nichts zu sehen (Fig. 1, 3, 6, 7). Manchmal kann es stellenweise am Umfange des Kernes (Fig. 18) oder auch um den ganzen Kern (Fig. 17) als sehr schmaler Saum beobachtet werden. In anderen Fällen sitzt es dem Kern ein- oder zweiseitig, kappen-, halbmond-, schwanz- oder ballonartig auf (Fig. 19, 20, 21, Photogr. 4); in anderen umgiebt es den Kern vollständig (Fig. 23). Wo es in reicherer Quantität auftritt, sind in ihm fein vertheilte Massen zu erkennen, deren Reaction die gleiche wie die des Chromatins ist. Der Kern zeigt helleren bis dunkleren, bis ganz dunklen Inhalt (Fig. 5, 6, 7). Das Chromatin grenzt ihn durch Linien oder Punkte ab (Fig. 6, 7), manchmal mit doppelter Contur (Fig. 7 oben links). Im Innern des Kerns tritt es als Wolken, feine und gröbere Körnchen, Strichelchen, die oft die Körnchen verbinden, auf (Fig. 6, 7). Grössere Nucleoli zeigen mitunter ein von den übrigen abweichendes färberisches Verhalten (Fig. 3).

In den inneren Hüllen des Nervensystems finden sich meist schmale, längliche bis sichelförmige, dunkel gefärbte Kerne (Fig. 2, 3), gleiche auch innerhalb der Nervenmasse (Fig. 5). Zwischen den an Protoplasma armen Leukocyten und diesen Kernen sind alle Uebergänge nachzuweisen (Fig. 5). An den sichelförmigen Kernen ist manchmal halb vom Kern umgriffenes Protoplasma zu constatiren (Fig. 22). —

Die Leukocyten liegen sich vielfach ungemein dicht an (Fig. 6, 7, 9); es sind Zellformen zu beobachten, die vollkommen zwei einander dicht anliegenden Leukocytenkernen entsprechen, deren Zwischenwand partiell geschwunden ist (Fig. 8, 9, Photogr. 7 rechts oben). Andere Formen machen den Eindruck, als ob es zu einem erheblichen Schwund der trennenden Wände gekommen ist (Fig. 10).

Den Leukocyten in ihrer Form, ihren färberischen Eigenschaften und dem Verhalten des Chromatins, sowie vom Kern zum Protoplasma gleichende, aber sie um das mehrfache an Grösse übertreffende Zellen finden sich namentlich in der grauen Substanz der Hinterhörner (Fig. 7 und 14 sind mit gleicher (1400) Vergrösserung gezeichnet; s. auch Photogr. 4). Auch an ihnen sind Stadien zu beobachten, die eine Kernverschmelzung, mitunter sogar von drei Kernen (Fig. 16) repräsentiren können, ferner Protoplasma, das mit zwei Kernen versehen ist (Fig. 24). Dabei ähnelt diese ganze Zelle in ihrer äusseren Form den in Fig. 8, 9 abgebildeten Körpern. Das Chromatin tritt in der Kerncontur als Punkte oder Linien auf, im Inneren als Wolken, Punkte, Strichelchen; ein Nucleolus hebt sich mitunter färberisch ab (Fig. 14). An ihm ist eine centrale rothe und eine periphere violette Substanz zu unterscheiden. Im Protoplasma liegt eine dunklere Masse fein vertheilt. Auch in der weissen Substanz sind solche Zellen zu beobachten (Fig. 38, Photogr. 3 in der

Mitte, Photogr. 4) mit großem Kern und Substanzen im Protoplasma, die dem Chromatin gleich bis stark gleichend reagiren. —

Unter den grossen Zellen in den Vorderhörnern existiren solche mit doppeltem Kern (Fig. 25). Der Kern dieser Zellen gleicht vielfach absolut (Fig. 25, 26, 27, 32) dem Kern der Zellen von der mehrfachen Grösse der Leukocyten. Sein Inhalt ist hell, das Chromatin begrenzt ihn scharf, bald mehr punktförmig, bald mehr linear, auch in doppelter Contur (Photogr. 6) und tritt in ihm als gröbere und feinere Fäden, Körnchen, Wolken auf. Die Fäden verbinden oft die Körner. Es finden sich Nucleoli (Fig. 27, 37) mit rother centraler und blau-violetter peripherer Masse. Die Conturen des Kernes können aber auch unscharf sein (Fig. 28, 33), auch mehr oder weniger verschwinden, so dass eine Grenze zwischen dem Kern und dem Protoplasma nicht mehr zu finden ist (Fig. 35, 36). In anderen Fällen ist der Kern deutlich geschichtet (Fig. 34). —

Das Protoplasma der grossen Zellen zeigt in seiner äusseren Contur vielfach ein auffallendes Verhalten gegenüber den Leukocyten und den Zellen von mehrfacher Grösse dieser, indem es den Formen derselben sich anschmiegt (Fig. 27, 28, 29); dabei umgreift das Protoplasma der grossen Zellen diese Körper zu $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ (Fig. 29, 30). Mitunter findet sich eine solche kleine Zelle im Protoplasma der grossen (Fig. 31). Dass diese Zelle innerhalb des Protoplasmas und nicht darüber oder darunter liegt, ist unzweifelhaft, weil der Inhalt der kleinen Zelle nicht hell erscheinen könnte, läge das rothe Protoplasma der grossen Zelle über oder unter ihr (s. auch Photogr. 7).

Das Protoplasma der grossen Zellen zeigt ausnahmslos in hellerer Grundmasse dunkle Körper, die in der Farbe vom Chromatin des Kerns um geringes abweichen bis ihm gleichen. Die Form dieser Körper ist bald mehr die von Wolken (Fig. 29, 37), bald von Schollen (Fig. 33, 35), von Streifen (Fig. 27, 34), kleineren und gröberen Körnchen (Fig. 31, 34), scharf umrissenen, unregelmässigen Körpern (Fig. 32).

In den Fällen, in denen die Kerncontur gegen das Protoplasma fast verschwunden ist (Fig. 35, 36), findet sich das Chromatin im Kern wie jene dunkle Substanz im Protoplasma als Schollen. Ist der Kern gar nicht mehr zu erkennen, so stellt die ganze Zelle eine gleichmässig unklar gefärbte Masse vor (Fig. 41 letzte Zelle).

Alle hier geschilderten Zell-Arten, -Formen und -Verhältnisse sind (mit Ausnahme der Fig. 31, 32, 34) im centralen Nervensystem sehr häufig anzutreffen. Jeder Schnitt durch das Rückenmark oder die graue Rinde zeigt eine ganze Anzahl von ihnen. Relativ seltener ist nur die Lage einer kleinen Zelle innerhalb des Protoplasmas einer grossen zu constatiren (Fig. 31, Photogr. 7),

weil einmal der Kern der kleinen Zelle hell und dann der Schnitt so gefallen sein muss, dass er von dem dunkleren Protoplasma der grossen Zelle nichts oder nur sehr wenig gefasst hat. Die Kernformen, wie sie Fig. 34 zeigt, und die scharf umrissenen dunklen Körper im Protoplasma (Fig. 32) sind nicht sehr häufig.

Fig. 39, 40, 41 sind Zellen in der grauen Grosshirnrinde und zwar Fig. 39 aus 1, Fig. 40 aus 2, Fig. 41 aus 3 Schnitten. Sie zeigen genau die gleichen Verhältnisse nach jeder Richtung hin wie die Zellen im Rückenmark.

Betrachtet man in den verschiedenen Archiven und auch in Monographien aus den letzten Dezennien genügend grosse Abbildungen nach guten Präparaten — es ist an ihnen kein Mangel —, so findet man die hier beschriebenen Lymphzellen im centralen Nervensystem, ihr Verhältniss untereinander und zu den ihnen gleichenden, nur grösseren Zellen, sowie zu den grossen Zellen in der grauen Substanz mehrfach ganz richtig und scharf abgebildet. Die Forscher auf dem Gebiete der normalen Anatomie verarbeiten die kleinen Zellen ohne deutliches Protoplasma vielfach unter dem unmöglichen Begriff der „freien“ Kerne; über ihr Verhältniss zu den grossen Zellen findet sich nichts. Die Neuropathologen und Psychiater bezeichnen logischerweise das, was aus der normalen Anatomie nicht bekannt ist, mit dem weiten Begriff der Degeneration. So gehen grosse ventrale Rückenmarkszellen, in denen kleine Zellen zu sehen sind, als pathologisch mehrkernige, als degenerirte, ebenso wie alle die grossen Zellen, in denen Kern und Protoplasma nicht scharf gesondert oder das Protoplasma sehr dunkel, diffus schollig ist.

Das Verhältniss der kleinen Zellen zu den grossen ist bei den Fixirungsmitteln, die meines Wissens fast ausschliesslich von den pathologischen Anatomen, den Neurologen und Psychiatern zum Studium der Nervenzellen benutzt werden, nämlich dem Alcohol und den Chromsalzen, selten richtig zu erkennen. Da es bei diesen Methoden zu starken Schrumpfungen der grossen Zellen wie des ganzen Gewebes kommt, treten um die Zellen mehr und weniger breite Lücken, die sog. pericellulären Räume auf. Die kleinen Zellen bleiben daher mit den grossen nur in Verbindung, wenn sie von ihnen bereits umfasst sind. Anderenfalls werden sie mit dem sich contra- und daher von den grossen Zellen retrahirenden Gewebe zurückgezogen.

Die Beziehungen der kleinen Zellen zu den grossen sind durchaus nicht nur bei dem einleitend geschilderten Alcohol-Eisessig-Fixirungsverfahren, mit steigendem Alcohol- und fallendem Essigsäuregehalt zu erkennen, sondern alle diejenigen Mittel, die keine resp. sehr geringe Schrumpfung verursachen, zeigen sie in ähnlicher Klarheit. So eignet sich namentlich das Carnoy'sche Gemisch gut. —

Capitel 4.

Schlüsse aus den Beobachtungen.

Histologische Bilder geben das Thatsächliche, auf Grund dessen man sich eine Anschauung von den Vorgängen in den Organen und von den Leistungen derselben machen kann: Jedem physiologischen Vorgang im Organ muss eine physiologische Leistung entsprechen. Diese kann im Metazoon schliesslich für alle anderen Organe nicht gleichgiltig, wohl aber von grosser oder mehr secundärer Bedeutung sein. Die Nervenzelle lebt wie alles Lebende um ihrer selbst willen. Dass die Leistungen der Nervenzelle für andere Zellen nützlich und nothwendig sind, erklärt nicht ihre Existenz. Die Vorgänge, die an ihr beobachtet werden, finden eine Erklärung nur im Hinblick auf sie selbst. Wie weit diese Vorgänge Erscheinungen im Metazoon erklären, ist eine andere Frage. Diese Erscheinungen betrachtet man als physiologische Leistungen für das Metazoon, als Function der Nervenzelle.

Histologische Bilder entsprechen dem Stadium, in dem sich die Gewebe bei Eintritt des Todes befanden. Indem wir eine Reihe von Bildern desselben Gewebes vergleichen, können wir uns eine Vorstellung machen von der Thätigkeit, welche die das Gewebe constituirenden Elemente entfalten. Eine Ruhe giebt es nicht, wo Leben ist; Leben ist Bewegung. Die Bewegung der Elemente als Ganzes kann unter günstigen, seltenen Bedingungen beobachtet, die ihrer Theile nur erschlossen werden. Wir erschliessen sie durch ihre Form und die chemische Reaction. Die Beobachtung, wie sich die Elemente des Nervensystems als Ganzes bewegen, dürfte in Anbetracht ihrer Kleinheit und der Unmöglichkeit, sie für die mikroskopische Beobachtung genügend isolirt lebend zu erhalten, nicht angängig sein. So werden wir darauf hingewiesen, aus den verschiedenen Formen, die sie im Tode zeigen, ihrem verschiedenen örtlichen Verhalten zueinander wie zu den übrigen, sie umgebenden, geformten Elementen und ihrer Farbreaction Schlüsse auf die Art ihrer Thätigkeit zu ziehen.

Es finden sich Leukocyten überall in den centralen Nervenmassen. Das Wandern der Leukocyten ist etwas längst bekanntes, werden sie doch direct „Wanderzellen" genannt! Cohnheim sah sie zuerst sich durch die Wandungen der Blutgefässe hindurchzwängen, J. Arnold sie an entzündeten serösen Häuten die Kittleisten zwischen den Epithelzellen durchbrechen und Stöhr gebührt das Verdienst, unzweifelhaft nachgewiesen zu haben, wie unter ganz normalen Verhältnissen die lymphoide Zelle Epithelschichten durchbricht. Nichts anderes als überall thuen die weissen Blutkörperchen im centralen Nervensystem. Sie durchbrechen die Epithelschicht des Centralkanals und gelangen so in die Masse der Nervensubstanz, sie durchdringen die Wandungen der Gefässe,

sie wandern längs der Pia und durch ihr lockeres Gewebe präformirter Bahnen in die Nervenmasse.

Einen Unterschied zwischen weissen Blutkörperchen, Leukocyten, Lymphkörperchen, lymphoiden Zellen zu construiren, ist kaum möglich, da wir weder nach ihrem morphologischen noch nach ihrem chemischen Verhalten einen Unterschied feststellen können, man müsste denn ihre Grösse oder die verschiedenen Formen des Chromatins als Merkmale verwenden. Das eine wie das andere geht nicht gut an, da wir beides nur als Entwickelungs- resp. Umbildungsstadien betrachten müssen. Dasselbe trifft für die Farbreaction der verschiedenen Granula zu. Vielleicht sind diese auch als Thätigkeitsstadien aufzufassen. Die Verhältnisse liegen für die verschiedenen Thierarten verschieden. So färben sich nach Ehrlich die mehrkörnigen Leukocyten des Menschen nur mit neutralen Farbgemischen, während sich die Granula der gleichen Gebilde des Meerschweinchens nur mit sauren Farben, die des Kaninchens aber mit basischen wie mit sauren Farben tingiren.

Die Lymphoidkörper des Liquor cerebrospinalis, die sich in den Subarachnoidalräumen, den adventitiellen Lymphräumen, dem Centralkanal finden, treten aus Gründen, von denen eine sichere Vorstellung zu gewinnen, zur Zeit unmöglich ist, in die Masse der Nervensubstanz ein. Vielleicht zwängen sie sich durch amöboide Bewegungen hinein, vielleicht werden sie durch den Druck in der Lymphflüssigkeit hineingepresst. Mit diesem Eintritt gehen sie, da sie unter andere äussere Bedingungen gerathen, ihres Charakters als Lymphzellen verlustig. Sie ändern ihre Function. Ein Theil von ihnen wird, an irgend welchem Orte fixirt, zu Stützkörpern, indem sie zur Stützsubstanz in enge Verbindung treten, ein Theil wird zu nervösen Elementen, indem sie zu den Nervenzellen und -fasern in Beziehungen kommen. Eine Aenderung des Charakters der lymphoiden Elemente nach ihrem Eintritt in die Masse der centralen Nervensubstanz ist schon deshalb mit Sicherheit zu erwarten, weil diese bisher auf ein ruheloses Leben angewiesenen Zellen nunmehr unter Verhältnisse gerathen, die sie zu einem mehr sesshaften, jedenfalls um vieles weniger beweglichen Verhalten zwingen. Die nomadisirende Zelle ist angesiedelt.

Die Bedingungen, unter welchen die Lymphzelle in den centralen Nervenmassen lebt, sind nach physikalischer und chemischer Richtung hin andere als in der Lymphe. Die centrale Nervenmasse hat, man mag sie sich noch so sehr von Flüssigkeit durchtränkt vorstellen, jedenfalls weniger Flüssigkeit als das Lymphplasma, da dieses flüssig ist. Hier lebt also die Zelle in einer Flüssigkeit, dort in einer fest-weichen Masse. Die veränderte Beschaffenheit ist weiter Folge der ganz anderen chemischen Substanzen, die auf die Zelle innerhalb der Lymphflüssigkeit und innerhalb des centralen Nervensystems einwirken. Diese Einwirkung wird so bald zum Ausdruck kommen, als die Zelle nicht mehr

in der Lage ist, Stoffe, die sich ihr ein- und auflagern, an das sie allseits umfliessende Lymphserum abzugeben. Dass die Zelle im Lymphplasma und innerhalb der nervösen Massen unter ganz verschiedenen chemischen Bedingungen lebt, bedarf wohl nicht erst eines weiteren Beweises. Cerebrin, Lecithin, Protagon, Neurokeratin, Keratin, Xanthin und Hypoxanthin, Inosit sind Stoffe, die das Lymphkörperchen vor seinem Eintritt in die centrale Nervenmasse nicht kannte.

Ob die Lymphzelle zu den eigentlich nervösen Elementen oder den stützenden in physiologische Beziehungen geräth, wirkt differenzirend auf Kern und Protoplasma. So sehen wir an den eigentlichen Nervenzellen, — die grossen multipolären Elemente in den Vorderhörnern wird man wohl allgemein als solche gelten lassen — wie der Kern der ursprünglichen Lymphzelle in seinen Eigenthümlichkeiten ziemlich erhalten bleibt. Er weist relativ viel Kernsaft auf, das Chromatin ist in bestimmter Art, mehr oder weniger vertheilt. Der Kern der Spongioblasten ist saftarm, daher das Chromatin sehr dicht. Das Protoplasma der Nervenzelle färbt sich ziemlich leicht, während es im Spongioblasten schwerer tingirbar ist. Es finden sich mancherlei Uebergänge. Diese Uebergangsformen gehören Perioden an, in denen der Leukocyt seine Umwandlung zum Spongioblasten erfährt. Mit Rücksicht auf die relativ grosse Kernmasse, die der Spongioblast meist zeigt, ist anzunehmen, dass er vielfach aus im Nervensystem verschmolzenen Leukocyten sich bildet.

Es könnte die Frage aufgeworfen werden, mit welchem Recht die Kerne, an denen Protoplasma nicht zu beobachten ist, als Zellen angesprochen werden, ein Protoplasma angenommen, ihre Existenz als „freie“ Kerne nicht zugegeben wird. Das Recht wird aus zwei Gründen geschöpft. Einmal wissen wir, dass es weder ein freies Protoplasma noch einen freien Kern, d. h. weder ein Protoplasma ohne Kern, noch einen Kern ohne Protoplasma geben kann. An fast allen Lebewesen ist es bisher gelungen, Kern und Protoplasma nachzuweisen. Für die wenigen, für die es nicht gelungen ist, haben wir alle Ursache, den Grund in unserem Unvermögen zu suchen. Die Experimente ferner, welche Kern und Protoplasma sonderten, haben unzweifelhaft bewiesen, dass isolirtes Protoplasma wie isolirter Kern sterben. Der zweite Grund, diese Körper, von denen wir nur den Kern sehen, als ganze Zelle anzusprechen, liegt in der Erfahrung, dass Leukocyten, namentlich Jugendformen, oft ein durch ihre geringe Quantität kaum wahrnehmbares Protoplasma haben und darin, dass auch bei den hier vorliegenden Körpern wir Protoplasma manchmal nur in sehr geringer Menge, manchmal in grösserer, oft in grosser und sogar sehr grosser finden. So ist alle Ursache da, an diesen Kernen sehr verschiedene Quantität von Protoplasma anzunehmen. Es dürfte sich auch öfter der Wahrnehmung,

abgesehen von seiner geringen Quantität, durch die geringe Farbstoffaufnahme entziehen. Fig. 22 zeigt, wie das Protoplasma, das zu dem sichelförmigen, excentrischen Kern gehört, nur schwer wahrnehmbar ist. Die Schwierigkeit ist in natura grösser als auf der Abbildung, da hier das Protoplasma gegen weissen Grund sich gut abhebt, in natura aber von ähnlich gefärbtem Gewebe umgeben ist.

Der veränderte Charakter der Lymphzelle innerhalb des centralen Nervensystems kommt in ihrer Neigung zum Confluiren mit gleichen Individuen und der Zunahme an Protoplasma zum Ausdruck. Die bisher in einer Flüssigkeit frei bewegliche Zelle besass sehr wenig Protoplasma, confluirte nicht. Wir können Fig. wie Nr. 8, 9, 16, 17 nur als confluirende Zellen resp. Kerne auffassen. Sieht man in einem Gewebe Zellen, die offenbar mit demselben nicht fest verbunden sind, sieht man stellenweise diese Zellen ganz innig aneinandergelagert und sieht man Formen, die derartigen aneinandergelagerten Zellen entsprechen, aber eine trennende Wand nicht zeigen, so muss man schliessen: die Wand ist geschwunden.

Verschmelzung ursprünglich getrennter Zellen ist beobachtet worden. W. His fasst seine diesbezüglichen Beobachtungen am Keimhof der Selachier so zusammen: „Die Abgrenzung der Randzellen gegeneinander verliert sich durch Einschmelzung der dazwischen liegenden Zonae limitantes, und ebenso verwischt sich deren Grenze nach dem Dotter hin. Es wird dadurch der Keimhof zu einem zwischen Dotter und Keimhöhle eingeschobenen Syncytium." Dabei kommt es auch zur Verschmelzung von Kernen und Riesenkernbildung. Für Kernverschmelzung schlägt His nach Analogie des Wortes „Syncytium" das Wort „Synkaryose" vor. Rückert nennt verschmolzene Kerne „Kernkomplexe".

Wir treffen im Nervensystem meist nur zwei Zellen verschmelzend, weil gewöhnlich nur zwei Zellen dicht genug für eine Verschmelzung aneinander gerathen. Es ist kein Grund zu erkennen, weshalb nicht gelegentlich auch drei oder mehr Zellen im Momente ihrer Verschmelzung fixirt werden sollen. Fig. 16 zeigt ein Bild, das man als aus drei verschmelzenden Zellen zu Stande gekommen annehmen muss. Immerhin wird dies eine Seltenheit sein, wie es überhaupt ein Zufall ist, wenn gerade verschmelzende Zellen fixirt werden. Wir werden die Verschmelzung von dem Moment an, in welchem die Kernwand zu schwinden beginnt, bis zur vollständigen einheitlichen Abrundung der confluirten Kerne als einen immerhin ziemlich schnell ablaufenden Vorgang anzunehmen haben. Dieser Vorgang muss in dem centralen Nervensystem ein sehr häufiger sein. Anderenfalls wäre es unerklärlich, dass der Zufall, verschmelzende Zellen im Präparat zu erhalten, ein häufiger ist.

Es könnte der Auffassung Raum gegeben werden, die aus zwei Zellen mit theilweise nicht vorhandener Scheidewand zwischen den Kernen be-

stehenden Gebilde seien durch amitotische Theilung entstanden. Von einer mitotischen Theilung kann nicht die Rede sein, da niemals im normalen Gewebe auch nur die Andeutung von Theilungsfiguren beobachtet wurde. Es kann sich hier nicht um Theilungen handeln. Dies geht evident daraus hervor, dass man mitunter derartige Gebilde findet, die deutlich aus zwei verschieden grossen Zellen bestehen. Fig. 8, 16 und Photogr. 7 erläutern dies ohne weiteres. Ungleiche Theilungen sind meines Wissens bisher nur für Sexualzellen bekannt. Man muss die Ausstossung der Polkörperchen morphologisch als Theilung betrachten. Es wird aber ernstlich Niemand behaupten wollen, es handle sich hier um derartige Reifungserscheinungen. Das Charakteristische bei den Polkörperchen ist mit ihre zur Mutterzelle sehr geringe Grösse. So bedeutende Grössendifferenzen sind aber zwischen zwei ohne Scheidewand zusammenhängenden Zellen vorliegender Art nicht zu constatiren. Niemals haben sich ferner zwei gleiche kleine Zellen einer um das vielfache grösseren nach Art von Richtungskörpern dicht anliegend gefunden.

Gegen die Annahme, dass es sich hier um Theilungsvorgänge handle, spricht weiter die scharf winklige Einknickung der Contur. Bei der „Kernzerschnürung“, wie O. Hertwig die amitotische Theilung nennt, kommt es zu mehr geschwungenen, biscuitförmigen oder kleeblattähnlichen Conturen, spitze Winkel bilden sich dabei nicht aus. Eine weitere Art der direkten Theilung wird durch fadenförmige Umbildung der Zelle eingeleitet. Andere Formen der Zelle sind für die amitotische Theilung nicht beschrieben.

Noch bleibt der mögliche Einwand abzuweisen, diese Körper beständen nur scheinbar aus zwei confluirten Zellen, de facto sei es eine Zelle, die in amöboider Bewegung ist. Was das für eine amöboide Bewegung sein soll, die den Körper etwa in der Mitte scharf einschnürt, lässt sich nicht begreifen. Würde man Körper sehen, die drei- oder mehrlappig wären, mit annähernd gleichen, schmalen, langen Fortsätzen, so könnte man vielleicht an die merkwürdige, von W. His für die Keimzellen der Salmoniden beschriebene fingerförmige Protoplasmabewegung denken. Da man aber nie solche Körper sieht, ist diese Annahme hinfällig. Sie ist es um so mehr, als die Lappen hier an den Zellen im Nervensystem ja kein oder nur sehr wenig Protoplasma zeigen, sondern ganz deutlich zumeist aus Kernsubstanz bestehen. Diese Kerne sind nicht gleich lang, schmal, sondern recht ungleich rund bis rund-oval. —

Theoretische Erwägungen darüber anzustellen, weshalb die einen Zellen, dicht aneinander gelagert, niemals confluiren, andere hingegen, in derartige Situation gebracht, confluiren, dürfte zur Zeit noch nicht angebracht sein. Confluirende Zellen existiren, darüber ist seit langem, seit Kenntniss von den Syncytien, kein Zweifel. Niemand aber hat bisher die Gründe zu erforschen versucht, weshalb diese sich bilden. Soviel ist klar, dass nur durchaus gleichartige Zellen confluiren können.

Sind sie dies nicht, so tritt das physikalische Gesetz in Kraft, nach dem eine gelatinirte Lösung nie mehr ein zweites Kolloid aufnimmt. Sind sie aber gleichartig, so kann die Frage, ob sie confluiren, in der Hauptsache nur vom Grade ihrer Flüssigkeit und äusseren Umständen, wie Membranen, abhängen. Sind sie ihrer Consistens nach mehr den festen Körpern zuzurechnen, so confluiren sie nicht. Sind sie mehr den flüssigen Körpern zuzurechnen, so müssen sie confluiren, weil sich Flüssigkeiten, soweit keine anderen Kräfte auf sie wirken, stets zur Kugel formen. Bringt man einen Tropfen einer Flüssigkeit in eine andere, mit der sie sich nicht mischt und die gleiches spezifisches Gewicht hat, so formt sich der Tropfen zur Kugel. Legt man diesem Tropfen einen zweiten an, so confluiren die Tropfen und bilden wieder eine Kugel.

Dieselben Gründe, die unter Umständen die Zelle confluiren lassen, müssen die Kerne confluiren lassen, sobald sie aneinander gelagert und ihre Membranen theilweise geschwunden sind. Weshalb sie sich manchmal aneinander lagern, wie bei den Zellen in der centralen Nervenmasse, weshalb sie sich in anderen Fällen nicht aneinander lagern, weshalb in dem einen Falle die Membranen zum Theil schwinden, in anderen Fällen nicht, das zu eruiren sind wir ausser Stande.

Die Zellen von der mehrfachen Grösse der Leukocyten verschmelzen genau so wie diese. Es kommt auch bei ihnen zu Kernverschmelzung. Die im Allgemeinen protoplasmaarmen Leukocyten wachsen innerhalb des Central-Nervensystems an diesem. Daher finden sich Leukocyten und aus ihnen addirte Zellen mit sehr wechselndem Gehalt an Protoplasma. Die grossen Zellen mit vielem Protoplasma verschmelzen auch mit Leukocyten, indem sie die kleinen Zellen amöbenartig umgreifen. Anders sind die Bilder, in denen kleine Zellen von spitz hervorgewölbten Theilen (Pseudopodien) des Protoplasmas der grossen Zellen umgriffen werden, nicht zu verstehen. Wir finden diese kleinen Zellen zur Hälfte, $^2/_3$, $^3/_4$ umgriffen und schliesslich auch ganz vom Protoplasma eingeschlossen. In diesem scheinen sie bald zur Auflösung zu kommen. Wenigstens kann ich kein Beispiel beibringen, aus dem die Verschmelzung eines vollständig vom Protoplasma einer grossen Zelle umschlossenen Leukocytenkerns mit dem Kern der grossen Zelle nachweisbar ist. Ob es unter seltenen Verhältnissen, wie sie Fig. 37 darstellt, wenn nämlich dem ganz excentrischen Kern der grossen Zelle ein kleiner anliegt, zur Kernverschmelzung kommt, bleibe dahingestellt. —

Die Leukocyten, die im Protoplasma der grossen Zelle aufgelöst werden, resp. deren Kerne, sind die Quelle, aus dem dieses seine chromatischen Substanzen bezieht. Ein Zweifel an der chemischen Identität der Schollen, Körner, Wolken im Protoplasma mit den chromatischen Substanzen im Kern geht bei ihrer übereinstimmenden Aufnahme von Farbstoffen nicht an, sofern mikrochemische Reaction überhaupt massgebend ist. Die geringen Farbdifferenzen,

die sich öfter zwischen jenen Stoffen im Protoplasma und im Kern finden, erklären sich ungezwungen aus den dauernden Umlagerungen, die in ihnen als Theilen eines lebenden Organismus stattfinden. Haben doch auch diejenigen Stoffe des Kernes, die wir gemeinhin chromatische nennen, in demselben Kern nicht absolut gleiche Reaction! So zeigen namentlich einzelne Nucleoli mitunter ein von den anderen geformten Kerntheilen abweichendes chemisches Verhalten.

Noch Niemand hat zwei Leukocyten verschmelzen sehen. Unter gewissen Umständen aber verschmelzen Leukocyten, wenn sie nämlich ihren Charakter als frei lebende Zellen verlieren. So sah Arnold Froschleukocyten, die als solche nach seiner Angabe niemals verschmelzen, wenn sie in Hollundermarkplättchen einwanderten, zu grösseren Gebilden sich aneinander lagern und schreibt: „bei manchen derselben muss aus dem Verhalten der amoeboiden Bewegungen auf ihren einheitlichen Charakter geschlossen werden.“

Die Leukocyten im centralen Nervensystem sind keine Zellen mehr der Art, wie sie als weisse Blutkörperchen im Blute kreisen. Denn eben durch ihren Aufenthalt in der Nervenmasse mussten sie Eigenschaften, die sie als weisse Blutkörperchen hatten aufgeben und andere Eigenschaften annehmen. Die Eigenschaft der amöboiden Bewegung haben sie offenbar beibehalten. Dafür spricht die Vielgestaltigkeit, in der wir sie im Nervensystem treffen und die wir anders nicht erklären könnten. Auch scheint es nach dem, was über die Beziehungen der kleinen Zelle zu den grossen ventralen auseinander gesetzt wurde, kaum einem Zweifel zu unterliegen, dass diesen grossen Zellen die Fähigkeit der amöboiden Bewegung zuzusprechen ist. Haben sie diese, so werden sie wahrscheinlich, nicht nur durch die Leukocyten gereizt, sondern auch auf irgend welche anderen Reize hin Fortsätze verfliessen lassen. Die Vorstellung, den grossen Zellen kämen amöboide Eigenschaften zu, ist ferner dadurch zu rechtfertigen, dass diese grossen Zellen schließlich nichts weiter als eine Anzahl kleiner confluirter Zellen sind. Ist diesen die Fähigkeit der amöboiden Bewegung eigen, so dürften sie ihre addirten Massen auch haben.

Die grosse Nervenzelle mit reichlichem Protoplasma, sowohl die in den Vorderhörnern des Rückenmarks als die in der grauen Rinde, ist bei durchaus gesunden Individuen in sehr verschiedenem Zustande anzutreffen. Dieser verschiedene Zustand zeigt sich vornehmlich in der scharfen bis unscharfen bis aufgehobenen Sonderung der Kernsubstanz von der protoplasmatischen. Trifft man derartige Bilder regelmässig an, so kann man sie nur als verschiedene Stadien eines Prozesses auffassen. Da der biologische Begriff der Zelle nothwendig Differenzen zwischen Kern und Protoplasma verlangt, sind wir gezwungen, Zellen, in denen diese einst

vorhandenen Differenzen offensichtlich schwinden, als absterbende zu bezeichnen. Fig. 41 zeigt verschiedene Zellen aus der Grosshirnrinde, sogenannte grosse Pyramiden, die der Art geordnet sind, dass die Differenz zwischen Kern und Protoplasma mehr und mehr verwischt ist. Noch andere als allgemeine biologische Gründe zwingen die Zellen mit scharfer Sonderung von Kern und Protoplasma als die Jugendform anzusehen. Wir treffen nämlich stets diese Sonderung an allen kleineren Zellen und erst die grossen Zellen zeigen sie schwinden. Da nun, wie nachgewiesen sein dürfte, die Nervenzelle durch Addition kleiner Zellen entsteht, resp. wächst, müssen nothwendigerweise die grössten Zellen die ältesten sein. Eine Reihe Beobachtungen an Pflanzen- und Thierzellkernen hat ferner gelehrt, dass in absterbenden Zellen die scharfen Differenzen zwischen den Zelltheilen verloren gehen.

Welche Bedeutung der verschiedenen Farbreaction der Nucleoli, welche der eigenthümlichen, selten zu beobachtenden Schichtung des Kerns zukommt, darüber wage ich keine Vermuthung. Ebenso sei es gestattet, mich über die verschiedenen Zustände, in denen die extranucleären chromatischen Substanzen anzutreffen sind, nur oberflächlich auszusprechen. Es ist mir nämlich nicht gelungen, eine sichere Scala aufzustellen für das Verhalten der Formen des Chromatins im Protoplasma zur Schärfe der Kernconturen oder der Farbreaction der Nucleoli oder den Chromatinformen im Kern. Zweierlei nur scheint festzustehen: Wenn das Chromatin im Protoplasma als scharf gezeichnete Körper angetroffen wird, ist auch der Kern scharf conturirt und wenn die Kerngrenzen schwinden, findet sich das extranucleäre Chromatin in unscharfen Formen. Es sei dabei hier vorweg genommen, dass nach dem, was von der Nervenzelle biologisch und functionell zu erwarten ist, die Formen der extranucleären Chromatinmassen ohne Belang sind.

Die Zellen, in denen die Unterschiede zwischen Kern und Protoplasma geschwunden sind, stellen todte Massen vor. Abgestorbene Theile lebenden Gewebes werden erfahrungsgemäss, soweit sie nicht zu gross sind, vom lebenden Gewebe resorbirt. An allen Resorptionsvorgängen sind in hohem Grade die Leukocyten betheiligt. So spielt sich an diesen Zellen innerhalb des Centralnervensystems ein Zirkel ab, dessen grossartige Bedeutung noch zu würdigen sein wird (s. Capitel: Die Nervenzelle ist kein Organismus etc.).

Die verbreitete Anschauung, nach der ein Individuum mit den Nervenzellen geboren wird, mit denen es sein Leben lang lebt, widerspricht all unseren Vorstellungen vom ewigen Werden und Vergehen der lebendigen Substanz, all unseren Erfahrungen über die einzelne Zelle, soweit wir ihr Geschick im vielzelligen Organismus verfolgen können. Dieser Widerspruch lässt schwere Bedenken gegen diese Anschauung berechtigt sein. Und hülflos fühlt man sich der Frage gegenüber, wo denn alle die Millionen Nervenzellen im Centralnervensystem des Neu-

geborenen stecken, die der Erwachsene beherbergt. Man kommt da, versucht man sich eine Vorstellung von ihrer Existenz zu geben, zu einer Kleinheit, die von Null nicht mehr differirt. Denn Nervenzellen und Nervenfasern und Blutgefässe und Stützsubstanzen hat ja auch der Embryo in seinem Nervensystem. Und nebenbei soll er noch Millionen unwahrnehmbarer Zellen tragen?

Nimmt man an, dass ein Individuum mit all den Nervenzellen, die es sein Leben hindurch besitzt, gleich geboren wird, so wird dem Acte der Geburt eine Wichtigkeit beigelegt, die er nimmermehr hat. Physiologisch bedeutet die Geburt, die Loslösung vom mütterlichen Organismus, nichts weiter, als dass das Individuum für seinen Stoffwechsel auf die Vermittelung des mütterlichen Organismus verzichtet. So lange es also dieser Vermittelung bedarf, soll es Nervenzellen bilden können, dann nicht mehr. Abgesehen von dieser etwas mystischen Vorstellung erwarten wir demnach bei Embryonen, auch im späten Stadium, viele der Zellen, z. B. in den ventralen Rückenmarkshörnern, in Theilung zu finden. Die Thatsachen widersprechen unserer Erwartung. Die Geburt giebt also nicht die Grenze an, bis zu der sich Nervenzellen theilen.

Aber wann theilt sich denn die Nervenzelle? Die Nervenzelle theilt sich niemals, nicht im Embryo und nicht im selbstständigen Individuum.

Nachdem das äussere Keimblatt sich in das Hornblatt und die Medullarplatte differenzirt hat, biegt sich bekanntlich diese zu einem Rohre um, indem ihre Mitte der Chorda anliegend bleibt, ihre Enden sich, von der Chorda abgewandt, erheben und vereinigen. Das so entstandene Nervenrohr wird dann vom Hornblatt überzogen. Die ersten, die Wand des Medullarrohrs zusammensetzenden Zellen theilen sich. Diese Zellen wird aber wohl Niemand für Nervenzellen erklären wollen. Nervenzelle kann eine Zelle nur heissen, wenn sie irgend welche nervöse Function hat. Damit die Zelle eine solche ausübt, muss sie Nervenfasern zur Verfügung haben, muß sie von ihrem Ort aus auf entfernte Orte wirken können; denn schliesslich ist doch das morphologische Charakteristikum der Nervenzelle, dass sie mit entfernten Orten in direkter mechanischer Verbindung steht. Von Nervenfasern ist bei Anlage des Medullarrohrs keine Rede.

Betrachtet man die phylogenetische Reihe, so findet man auch, sobald man von Nervenzellen sprechen kann, bei den Coelenteraten, dass diese Zellen fädige Verbindungen mit der Peripherie haben. Die Verhältnisse liegen im Einzelnen bei den Hydroiden, Medusen, Anthozoen etc. verschieden.

Die frühen, aus dem äusseren Keimblatt direct stammenden Zellen des Nervenrohrs können unmöglich als Nervenzellen angesehen werden. Dass aus ihren Nachkommen Nervenzellen werden, liegt an den Verhältnissen, unter welche diese kommen. Indem die in einfacher Schicht

liegenden Zellen des Medullarrohrs sich theilen, gelangen Zellen vom Lumen, das sie wohl wegen des in ihm herrschenden Druckes nicht verlegen können, fort nach rückwärts. Die Theilung schreitet weiter und weiter vor, es entwickeln sich die Fasern — woher bleibe hier unerörtert — und erst in diesem Moment wird die bis dahin quasi neutrale Zelle zur Nervenzelle. Von diesem Augenblick aber an theilt sie sich nie mehr. Diese Thatsache findet ihren sprechenden Ausdruck darin, dass, worauf ALTMANN zuerst hinwies, alle Theilungsfiguren im Medullarrohr dicht am Lumen liegen, sich also in den Zellen abspielen, die unter denselben äusseren Verhältnissen geblieben sind wie ihre direct vom äusseren Keimblatt abstammenden Ahnen. Deren Nachkommen werden z. Th. zu Spongioblasten (HIS), d. h. zu Elementen, welche zu den Stützsubstanzen in Beziehung stehen, z. Th. zu Neuroblasten, d. h. nervösen Elementen. Welche Zelle zum Neuroblast, welche zum Spongioblast wird, bestimmen die Verhältnisse, unter die sie geräth.

Was hier ausgeführt wurde, gilt mutatis mutandis auch für das Gehirn, da die Nervenplatte wie den Centralkanal so auch die Hirnblasen umkleidet.

Da die Zelle, sobald sie zur Nervenzelle geworden ist, sich weder embryonal noch postembryonal vermehrt, da wir weiter an ein Reservedepot von Nervenzellen nicht glauben können, da wir ferner annehmen müssen, dass die Nervenzellen wie alle Zellen vergänglich sind, wirft sich die Frage von selbst auf: Wie ergänzen sich die Nervenzellen? Die Antwort lautet: Die Nervenzellen ergänzen sich so wie sie entstehen, indem wenig differenzirte Zellen in Verbindung mit Fasern gerathen und so zu Nervenzellen werden. Es wird aus dieser ganzen Arbeit hervorgehen, weshalb ich die peripheren Nerven nicht als embryonal entwickelte Fortsätze, überhaupt nicht als Fortsätze der centralen Ganglienzellen halten kann, sondern mich rücksichtlich ihrer Entwickelung den Anschauungen von HENSEN, STRASSER, APÁTHY, SEDGWICK u. a. anschliessen muss, nach denen der periphere Nerv wachsend stets mit dem Ende verbunden ist. Im embryonalen Zustande sind die Ahnen der Nervenzelle nahe Abkömmlinge des äusseren Keimblattes, d. h. von sehr frühen, kaum differenzirten Keimzellen, im postembryonalen Abkömmlinge der Lymphoidzellen. Von allen postembryonalen Zellen hat aber keine Zelle hinsichtlich ihrer Umwandlungsfähigkeit grössere Aehnlichkeit mit Keimzellen als die Lymphzelle. Erinnert sei nur an ihre Metamorphose zum fixen Bindegewebskörper im Narbengewebe. Die Begriffe „embryonal“ und „postembryonal“ sind hinsichtlich der Physiologie der Zelle durchaus keine scharfen. Dies ergiebt sich ohne weiteres, wenn der Embryo getrennt vom mütterlichen Individuum lebt. Ob im anderen Falle die Zelle des Embryo ihre Nahrung durch Vermittelung des mütterlichen Organismus

aufnimmt und weiter durch diese Vermittelung seine verbrauchten Stoffe abgiebt, ist für ihre physiologische Bedeutung eigentlich Nebensache. Es wäre ein Irrthum, den im Mutterleibe lebenden Embryo als eine biologische Einheit anzusehen. Die biologische Einheit ist Mutter + Embryo.

Niemand hat eine Nervenzelle im normalen Rückenmark oder Gehirn sich theilen sehen. Unter vielen, sehr vielen Präparaten aus dem centralen Nervensystem fand ich Zellen mit mitotischen Kernformen niemals im normalen Gewebe, sondern stets nur an Stellen, wo auf pathologische Reizvorgänge zu schliessen war, in der Umgebung von Narben, von localen mechanischen, chemischen, thermischen Reizen; doch sind auch hier Zelltheilungsformen selten. Dabei möchte ich der Ueberzeugung Ausdruck geben, dass die in Theilung begriffenen Zellen entweder noch keine Nervenzellen waren oder durch die Theilung aufhörten solche zu sein. Die physiologischen Anforderungen, denen eine Nervenzelle zu entsprechen hat, sind sehr eigenartige und es ist sicher, dass nicht jede Zelle, die im centralen Nervensystem liegt, selbst wenn sie den Stützsubstanzen nicht beizuzählen ist, als ein Element angesehen werden kann, das zu den Leistungen des Nervensystems in innigen Beziehungen steht. Ist die Zelle im Nervensystem nicht in inniger Beziehung mit der Peripherie, so ist sie keine Nervenzelle. Wie aber eine Nervenzelle sich theilend der Tochterzelle diese Verbindungen mitgeben soll, ist unbegreiflich. Die Theilung müsste vom Centrum der Zelle bis in alle Ausläufer hinein fortgehen. Indem die Fibrillen, die Zelle durchziehend, die Ausläufer in Verbindung bringen, bedeutete eine Theilung der Zelle, selbst wenn sie mechanisch denkbar wäre, ein Aufgeben ihrer eigenartigen Existenz im Nervensystem. Dann änderte sie also mit der Theilung ihre ihr eigenartige physiologische Bedeutung. Das wäre keine Theilung mehr im Sinne einer Fortpflanzung, eines Wachsthums. Gegen die Theilung der Nervenzelle spricht die Ueberlegung und, was mehr ist, die Erfahrung.

Nach all dem hier Ausgeführten wird auch klar, weshalb sich Nervenzellen nicht theilen, weshalb — worauf schon viele Autoren hingewiesen haben — die Kerne der Ganglienzellen sich von allen anderen Kernen unterscheiden. Sie sind nicht, wie alle anderen Kerne, gezeugt und geboren, sondern sie werden aus Kernsubstanzen anderer Kerne zusammengeschmolzen. Sie sind nicht das Product einer Befruchtung, d. h. gesonderter Fortbestand zweier geformter Chromatinmassen in einem Kern, sondern das Product der Addition einer verschieden grossen Zahl von Kernen. Das erklärt weiter ihre Vielgestaltigkeit. Addiren sich nur Kerne, ohne dass es, wie bei den mitotischen Vorgängen, zu einer bestimmten, gesetzmässigen Lagerung der Chromatinmassen gegeneinander kommt, so braucht die neu entstandene Zelle von den Charakteren der Zellen, deren Additionsproduct sie ist, nichts zu zeigen.

Denn in diesen Additionszellen kommt es zu einer Vermischung der sie addirenden Zellen, in den mitotisch entstandenen Zellen bleiben die elterlichen Chromatinmassen ewig, so lange sie leben, getrennt. Die mitotisch entstandene Zelle hat einen Charakter, die Additionszelle ist charakterlos. Die Lebenswege jener sind in schmaler Bahn vorgezeichnet; wird sie aus dieser geschleudert, so geht sie meist unter. Die Lebenswege dieser, der charakterlosen Zelle, sind einem breiten Felde vergleichbar; wohin sie auch das Schicksal wirft, und wie es sie modelt, sie bleiben leben; wie lange, wird später zu untersuchen sein.

Ist der Schluss, den wir auf Grund der histologischen Bilder ziehen, dass die Nervenzellen durch Verschmelzen von Leukocyten entstehen, richtig, so müssen wir während der Wachsthumsperiode der Individuen sehr viel mehr Leukocyten innerhalb der centralen Nervenmasse finden als in späteren Lebensjahren. Da weiter das Centralnervensystem zuerst ungeheuer schnell, dann langsamer und immer langsamer wächst (das erste Drittel seines definitiven Gewichts erreicht es beim Menschen am Schluss des 1., das zweite im 7., das dritte im 21. Lebensjahre), so werden wir die bei weitem meisten Wanderzellen in ihm kurz nach der Geburt zu erwarten haben. Wir werden dann auf Grund eines histologischen Präparates aus dem centralen Nervensystems sagen können, ob dieses einem ganz jungen, noch wachsenden oder ausgewachsenen Individuum angehörte. Unsere Erwartungen bestätigen die Photogramme Nr. 1 und 2. In dem Photogr. Nr. 1, das von einem alten Kaninchen stammt, sind im Ganzen nur 22 kleine Zellen zu sehen, in dem Photogr. Nr. 2, von einem 2 Tage alten Kaninchen, wohl über 200. Und beim Embryo ist das Rückenmark dicht gedrängt voll Zellen!

Der Grund, aus dem die Leukocyten beim ausgewachsenen Thiere um sehr vieles seltener in der weissen Substanz hängen bleiben als in der grauen, ist unschwer zu erkennen. In der weissen Substanz liegen die Nervenfasern zum Kabel zusammengepackt, das von der Markscheide, der die weisse Substanz ihre Farbe verdankt, umgeben ist, während sie in der grauen Substanz nackt liegen. Der Leukocyt zwängt sich zwischen den relativ dicken Kabeln meist leicht durch, während er von der ungeheuer feinen Fadenmasse in der grauen Substanz festgehalten wird.

Die Nervenzellen gehen dauernd unter und entstehen durch Verschmelzung von Leukocyten dauernd neu. Seit den Arbeiten Apáthy's und dann Bethe's ist nicht mehr daran zu zweifeln, dass die Nervenzellen von Fibrillen durchzogen werden, die von der Peripherie kommen und zur Peripherie eilen, d. h. in der Zelle nicht enden. Wie sich diese beiden Thatsachen ergänzend vereinigen, wie sie ein Bild von der Leistung des centralen Nervensystems gewinnen lassen, soll das Capitel: „Die Nervenzelle ist kein Organismus etc." zeigen.

II. Theil.

Von der Zelle im Allgemeinen und der Nervenzelle im Besonderen.

Wie schwer es ist sich aus den Vorstellungsarten seiner Zeit herauszuarbeiten, besonders wenn die Aufgabe so gestellt ist, dass man sich in höhere, uns unerreichbare Zustände versetzen müsse, begreift man nicht eher als nach vielen, theils vergeblichen, theils auch wohl gelungenen Versuchen.
(Goethe, Ueber die Parodie bei den Alten.)

Einleitung.

Kernpunkt des im ersten Theil Vorgetragenen ist die Entstehung der Nervenzellen aus verschmelzenden Lymphzellen. Diese durch indirecte Beobachtung d. h. an todtem Material, soweit dies überhaupt möglich ist, gesicherte Thatsache verdient ausführlichere Betrachtung. Bringt sie doch die Nervenzellen nach verschiedenen Richtungen hin in Gegensatz zu allen anderen Zellen. So lag der Wunsch nahe, den Versuch zu wagen, dem inneren Wesen dieser Gegensätzlichkeit nach zu gehen. Als lockendes Ziel dieses Untersuchungsweges winkte die Hoffnung, die Arbeit der Nervenzelle erklären zu können. Die Meilensteine am Wege mussten anders als es gewöhnlich bei allgemeinen Betrachtungen über die Zelle der Fall ist, errichtet werden, weil eben der Gesichtspunkt hier ein anderer ist; so kommt es, dass sie sich nicht scharf gegenüberstehen und die Capitel weder ihren Stoff erschöpfen noch Uebergriffe auf andere Capitel ausschliessen.

Bei dem Versuche, das zu anderen Zellen gegensätzliche Wesen der Nervenzelle zu erkennen, war es, da über die Zelle im Allgemeinen nach vielen Richtungen hin recht verschiedene Auffassungen herrschen, nothwendig, auf das Wesen dieser genauer einzugehen, vor allem darauf, wie sie arbeitet, was sie leistet. Die zahlreichen neuen Mittheilungen geistvoller und kenntnissreicher Untersucher boten ein vorzügliches Material zur Beantwortung der Frage. Indem ich das Thatsächliche als gegeben nahm, kam ich mitunter zu abweichenden Schlüssen.

Die deductive Betrachtung führte viel weiter als ursprünglich beabsichtigt war. Ich machte bald eine Erfahrung, die, wie es scheint, sämmtliche Forscher gemacht, für welche allgemeinere Eigenschaften der Zelle Vorwurf der Darstellung waren, die Erfahrung nämlich, dass sich Lebenserscheinungen der Zelle nur begreifen lassen, wenn man jede Erscheinung als Folge und Ursache auffasst. Dadurch erweiterte sich der Rahmen des Ganzen stetig und während nach einer Grenze gesucht

wurde, verflüchtigte sich diese mehr und mehr. So wurde sie künstlich durch die Annahme construirt, dass es möglich sei, die Zelle in ihren Lebenserscheinungen für sich allein zu betrachten. Das Falsche dieser Annahme liegt auf der Hand. Die Zelle ist, wie alles was existirt, nur ein Theil der Natur, der aus dem Ganzen gelöst nicht existiren kann und deshalb existirend auch nicht gedacht werden darf. Da wir, selbst Theil des Ganzen, das Ganze nicht betrachten können, betrachten wir Theile, deren Art Ausdruck menschlichen Begriffsvermögens ist. Die Formen desselben repräsentiren der morphologische Theil, der physiologische und der biologische. Die Construction des einen ist ebenso viel und ebenso wenig berechtigt wie die des anderen. Man kann morphologische, physiologische und biologische Vorstellung von der Zelle nicht trennen, weil Form, Function und Leben sich gegenseitig bedingen. Diese ihrerseits wieder hängen allein von Kräften ab, die auf die Zelle wirken. Die Zelle ist demnach ein Ausdruck von Kräften. Damit ist die Grenze der Naturforschung erreicht, weil zum Erkennen des Wesens der Kraft als solcher unsere Sinne nicht genügen und wir als Consequenz davon eine Vorstellung von der Kraft nicht haben.

Das Experiment kann nicht Basis der Betrachtung sein, weil es selbst schon Folge einer solchen ist und wie die Betrachtung Ursache eines Experimentes ist, so wird sie auch zur Folge. Philosophisch ist jede Betrachtung, der Ursache und Wirkung eines Dinges als von den gesammten in der Natur waltenden Kräften abhängig scheint. Diese Gesammtheit zu beobachten, gestattet nicht menschliche Organisation. Sie lässt sich nur erschliessen.

In dem Bemühen, nur die Richtigkeit bestimmter Anschauungen über die Zelle im Allgemeinen in ihrer Gegensätzlichkeit zur Nervenzelle nachzuweisen, wurde das einzelne Thema verlassen, wenn es diesbezüglich genügend erörtert zu sein schien. Es handelte sich eben nie darum, etwa die Vorgeschichte oder den heutigen Stand gewisser Fragen klarzulegen. Daher wurde die Literatur recht ungleichmässig herangezogen, daher wird der Leser manches ziemlich eingehend dargestellt, manches nur oberflächlich erwähnt finden.

Wenn der Autor die Fortpflanzungszelle als biologisch gleichwerthig allen anderen Zellen hielt und demgemäss zur Beweisführung bald diese bald jene heranzog, so glaubte er sich durch folgende Ueberlegungen dazu berechtigt. Was die Fortpflanzungszelle in Gegensatz zu allen anderen Zellen zu bringen scheint, ist die Thatsache, dass Nachkommen von ihr im xten Gliede vollständig andere Form und Function haben als sie selbst. Diese Ahnen leben unter anderen äusseren Verhältnissen als sie selbst lebte. Nun wird die vorliegende Arbeit mehrfach zeigen, dass Zellen, wenn sie unter veränderte äussere Bedingungen kommen, Form und Function ändern. Der

Nachkomme der Fortpflanzungszelle im ersten Gliede gleicht ihr vollständig. Beweis dafür ist die Entstehung zweier ganzer Embryonen aus den künstlich getrennten zwei ersten Furchungskugeln. Weshalb die Gesammtheit der aus der Fortpflanzungszelle entstandenen Zellen der Gesammtheit gleichen muss, zu der die Fortpflanzungszelle einst gehörte, wird dargelegt werden. Ein anderer Grund, die Fortpflanzungszelle als biologisch gleichwerthig allen anderen Zellen zu halten, ist darin zu sehen, dass bei den einzelligen Individuen Fortpflanzungszelle und der sich fortpflanzende Organismus identisch sind.

Capitel 1.

Die Zelle ist der Elementarorganismus.

Man kann die Zelle nur als Organismus definiren. Jedwede physikalische oder chemische Definition ist nicht angängig. Die Formen der Zelle sind ungemein mannigfache und obenein an vielen Zellen wechselnde. Ein Ding ist aber physikalisch nicht zu definiren, wenn man seine Grenzen weder in der Endlichkeit noch durch die Unendlichkeit bestimmen kann.

Manche Zellen haben Membranen, manche nicht. So unterscheidet v. Kölliker, indem er einen morphologischen Standpunkt einnimmt, Zellen und Protoblasten. Das geht nicht gut an, da die Protoblasten physiologisch auch Zellen sind und es oft sehr schwer ist zu sagen, ob eine Zelle eine Membran hat, ob man eine verdichtete Aussenschicht als Membran ansprechen soll.

Der hauptsächlichste, charakteristische Bestandtheil der Zellen sind Eiweisskörper. Von ihnen ist chemisch noch zu wenig bekannt, um eine Definition für den Begriff „Zelle" aufzustellen.

Die viel citirte, im Anschluss an Leydig, doch präciser als bei diesem gefasste Definition Max Schultze's „Eine Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Innern ein Kern liegt" ist nicht aufrecht zu erhalten. Denn die nächste Frage, die nach dem Protoplasma, können wir exact wissenschaftlich nicht beantworten.

Elementarorganismus ist die kleinste biologische Einheit, als solche untheilbar und nur untheilbar zu denken. Sie ist anatomisch weiter theilbar und jeder Theil weiter theilbar zu denken.

Organismus ist ein aus Organen zusammengesetzter Körper, der sich unter bestimmten Bedingungen selbst zu erhalten und fortzupflanzen vermag. Der Begriff der

Selbsterhaltung ist für den Organismus identisch mit dem Begriff des Wachsens. Im Organismus gehen dauernd Theile zu Grunde, der Organismus besteht aber unbeschädigt fort. Folglich müssen die verloren gegangenen Theile ersetzt werden, d. h. die noch vorhandenen Theile müssen wachsen. Da nach HAECKEL, dem sich fast alle modernen Naturforscher angeschlossen haben, der Begriff der Fortpflanzung identisch mit dem des Wachsens ist, indem Fortpflanzung nichts weiter als ein Wachsen über die Grenzen des Organismus hinaus bedeutet, lässt sich der Satz aufstellen: Organismus ist ein aus Organen zusammengesetzter Körper, der unter bestimmten Bedingungen wächst.

Organ des Metazoon ist ein aus verschieden gebauten und verschiedenen Zwecken dienenden Zellen zusammengesetzter Körper, der nicht um seinetwillen existirt, sondern im Interesse des Organismus. Unter den das Organ zusammensetzenden Zellen herrscht eine Art als für das Organ charakteristisch stets bei weitem vor. Es ist das diejenige Art, welche das Organ geeignet macht, seinen speciellen, dem Organismus dienenden Zwecken zu erfüllen. Die übrigen Zellarten dienen theils zur Ernährung des Organs, die Blutzellen, Gefässzellen, theils bringen sie das Organ im Interesse des Organismus in synergetischen Zusammenhang mit den anderen Organen, die Nervenzellen, resp. Fasern, theils haben sie als Stützapparate rein locale Bedeutung, die Bindegewebszellen.

Man kann das Organ nicht als aus Geweben zusammengesetzten Körper auffassen, weil man nicht in der Lage ist, eine Definition für den Begriff „Gewebe“ zu geben, welche eine Unterscheidung desselben von dem Begriff „Organ“ ermöglicht. Die in der Literatur häufig wiederkehrende Definition, nach der das Gewebe Verbände, Complexe, Körper etc. von gleich geformten, gleichartig differenzirten, untereinander gleichen etc. Zellen sind, ist unhaltbar. Derartige Verbände, Complexe, Körper giebt es kaum. Das Nervengewebe besteht nicht aus Nervenzellen und Nervenfasern, sondern aus diesen plus Gliazellen und Fasern, plus Blutgefässen. Neben den für das betreffende Gewebe charakteristischen Zellen finden sich in allen Geweben Blutgefässe, Nerven, in den meisten Bindegewebszellen.

Gestützt auf die älteren mikroskopischen Beobachtungen, wie denen eines HOOKE, GREW, MALPIGHI, ALBINUS, TREVIRANUS, LEEUWENHOEK, MEYEN, lehrte SCHLEIDEN 1838 den Bau der Pflanzen aus Zellen. Er sieht die Zelle als einen Organismus an und schreibt: „Jede nur etwas höher ausgebildete Pflanze ist aber ein Aggregat von völlig individualisirten, in sich abgeschlossenen Einzelwesen, eben den Zellen selbst.“ Er nennt dann die Zelle einen kleinen Organismus.

SCHWANN, dem SCHLEIDEN von seinen Entdeckungen und Anschauungen schon 1837 mündlich berichtet hatte, übertrug und bewies die

SCHLEIDEN'schen Ideen für die Thierwelt. Die Anschauung, dass die Zelle ein Organismus ist, blieb bestehen. Sie konnte nicht bezweifelt werden, da wir zahlreiche Zellen im Thier- und Pflanzenreiche kennen, die ausserhalb des Verbandes von Organen und Organismus selbständig existiren, d. h. wachsen.

Schwieriger zu beantworten ist die Frage, ob die Zelle ihrerseits nicht wieder aus Organismen aufgebaut ist oder ob sie den „Elementarorganismus" vorstellt. BRÜCKE, der dieses Wort geprägt hat, schreibt in einer Randbemerkung seines klassischen Vortrages: „Ich nenne die Zellen Elementarorganismen, wie wir die Körper, welche bis jetzt chemisch nicht zerlegt worden sind, Elemente nennen. So wenig die Unzerlegbarkeit dieser bewiesen ist, so wenig können wir die Möglichkeit in Abrede stellen, dass nicht vielleicht die Zellen selbst noch wiederum aus anderen, noch kleineren Organismen zusammengesetzt sind. . . ."

Wir verlangen von einem Organismus die Fähigkeit zu wachsen, mit anderen Worten sich zu erhalten und sich fortzupflanzen. Weil der Organismus aus Organen zusammengesetzt ist, muss er zum wenigsten zweierlei Organe haben, einmal solche, die seiner Erhaltung dienen, die befähigt sind, diejenigen Stoffe, welche der Organismus verbraucht hat, wieder zu ersetzen und zum zweiten solche, die der Fortpflanzung dienen. Wir müssen diese Organe bei den verschiedenen Aufgaben, die sie zu erfüllen haben, verschieden gebaut erwarten. Besteht die Zelle ihrerseits wiederum aus Organismen, so muss jeder Organismus wiederum zweierlei Organe haben. Er müsste dann, von der Zelle losgelöst, weiter wachsen können.

Jede Zelle enthält zum wenigsten zwei sich mehr oder weniger deutlich gegeneinander abhebende Substanzen, die eigentliche Zellsubstanz und einen Kern. In den Cytoden resp. Moneren HAECKEL's, jenen organlosen Organismen haben verbesserte Mikroskope und verbesserte Färbemethoden zum grössten Theil schon Kerne finden lassen, sodass wir mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit für die einigen wenigen Zellen, in denen ein Kern noch nicht nachgewiesen ist, behaupten können: Die Differenz zwischen dem Lichtabsorptionsvermögen resp. Brechungsvermögen der Zellsubstanz und des Kerns ist zu gering, auch durch verschiedene künstliche Färbungen nicht genügend stark zu machen, um von unserem Auge empfunden zu werden.

Ein anderes merkwürdiges, erst in dem letzten Jahrzehnt aufgeklärtes Verhältniss ermöglichte, noch einige niedrigste Lebewesen, wie die Bacterien als Moneren im Sinne HAECKEL's anzusehen. Bei den Bacteriaceen findet sich nämlich häufig ein zur ganzen Zelle sehr grosser Kern und ungemein wenig Protoplasma. An der Kernnatur der grösseren Masse ist nach ihrem chemischen, von ZACHARIAS und namentlich von BÜTSCHLI untersuchtem Verhalten nicht zu zweifeln. Dieser wies deutlich in ihr Chromatin und Linin nach, Substanzen, die für die Kerne

charakteristisch sind. Das Protoplasma sitzt der Kernmasse manchmal, wie bei einigen Bacterien des Sumpfwassers, den Stäbchen als kleine Kappe nur vorn und hinten auf. Sie wurde lange übersehen. Wie leicht dies möglich war, beweisen beifolgende Abbildungen (Fig 1). Auf die Frage vom Gehalt an protoplasmatischer und Kernsubstanz der Mikroorganismen wird noch zurückzukommen sein.

Fig. 1. Bacterium aus Sumpfwasser nach BÜTSCHLI.

Wenn J. REINKE die wichtige Principienfrage, „dass es neben den kernhaltigen auch kernlose Elementarorganismen giebt" für entschieden hält, weil es ihm resp. G. HINTZE nicht gelungen ist, in Beggiatoa mirabilis, einem Spaltpilz, einen Kern nachzuweisen und man deshalb auch für andere verwandte Spaltpilze einen Mangel an Kernsubstanz annehmen müsse, so dürfte dem schwer beizustimmen sein. Da sich, wie oben bemerkt, in den letzten Jahrzehnten die Zahl der scheinbar kernlosen Gebilde mehr und mehr, bis auf ein Minimum, eingeschränkt hat und die Erfahrung die Schwierigkeiten im Erkennen des Kerns als öfter sehr grosse lehrte, dürfte eher zu erwarten sein, auch der Kern von Beggiatoa mirabilis werde eines Tages gesehen werden, als dass dieser Pilz kernlos sei.

Aus phylogenetischen Gründen an den Moneren, resp. den hypothetischen Cytoden HAECKEL's festzuhalten, liegt keine Veranlassung vor; es wird sich dies aus den weiteren Ausführungen ergeben. Die Zellen, die zweifellos keinen Kern haben, wie die im Blute kreisenden rothen Körperchen der Säugethiere, die verhornten Epithelzellen, gewisse Pflanzenzellen sind Formen, die dem baldigen Tode verfallen.

Jede Zelle hat einen Kern. Das ist ein biologisches Gesetz. Naturwissenschaftliche Gesetze sind aber keine Gesetze im Sinne des Wortes. Gesetz ist der Grund, aus dem etwas existirt oder existiren soll. Naturwissenschaftliche Gesetze beschreiben nur in kurzer Form eine Beobachtung. Biologische Gesetze können nur gültig sein, wenn sie das nie Ruhende des Objects, von dem sie handeln, berücksichtigen. Fasst man den Satz der Art: „Jede Zelle hat wenigstens in einem Stadium ihres Lebens einen Kern," so dürfte er nicht mehr anfechtbar sein. Man hat dann nicht nöthig, wie es v. KUPFFER thut, dem rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere die Qualitäten der Zelle abzusprechen und es nur noch als einen „Paraplasten", eine chemische Substanz anzusehen, die anders wirkt, als wenn sie im Verband der Zelle wäre.

Theilstücke einer Zelle wachsen nur, wenn das Stück Zellsubstanz und Kernsubstanz enthält. Isolirte Zellsubstanz geht zu Grunde, isolirte Kernsubstanz geht zu Grunde. Diese Thatsachen sind von zahlreichen Autoren so für die Pflanzenzelle von BRANDT, SCHMITZ, HABERLANDT, GERASSIMOFF, für die thierische Zelle

von Gruber, Nussbaum, Hofer, Klebs, Balbiani, Lillie, in neuerer Zeit namentlich durch die trefflichen Untersuchungen Verworn's unzweifelhaft bewiesen worden. Wir schliessen aus ihnen: 1. Weder können an irgend einer Stelle der Zellsubstanz noch an irgend einer Stelle der Kernsubstanz die für das Wachsthum eines Organismus nothwendigen zweierlei Organe vorhanden sein. Es kann also in der Zelle keinen Organismus geben, der entweder nur in der Zellsubstanz oder nur in der Kernsubstanz liegt. Ist die Zelle in weitere Organismen zerlegbar, so müssen dieselben mit einem Theil in der Zellsubstanz, mit dem anderen in der Kernsubstanz liegen. 2. Die Organe für die Ernährung und die Organe für die Fortpflanzung sind in der Zelle räumlich getrennt und zwar müssen wir die einen in der Zellsubstanz, die anderen in der Kernsubstanz suchen. Aus 1. und 2. ergiebt sich 3. Die Ernährungsorgane und die Fortpflanzungsorgane der hypothetischen, die Zelle zusammensetzenden Organismen sind identisch mit den Ernährungs- und Fortpflanzungsorganen der Zelle selbst.

Die Zelle ist demnach der Elementarorganismus. Um Irrthümer zu vermeiden, sei ausdrücklich erwähnt, dass Zellen beschrieben sind (u. A. von Gruber), in denen die Kernsubstanz in der Zelle überall fein vertheilt ist. Schneidet man solchen Zellen Zellsubstanz fort, so wird man in ihr stets Kernsubstanz haben. Die Theilstücke werden wachsen.

Die Qualität der Zelle als Elementarorganismus wurde mehrfach angezweifelt, so in neuerer Zeit namentlich von Altmann. Indem er sich auf die Arbeiten Bechamp's und Estor's stützt, hält er die Zellen für Colonieen von Elementarorganismen mit eigenartigen Gesetzen der Colonisation. Zu dieser Ansicht kommt er auf Grund mikroskopischer Bilder, die mittelst einer sehr eingreifenden Methode (Färbung in heisser 20 % Säurefuchsinlösung) gewonnen werden. Als „analoge Vertreter" der vermeintlichen Elementarorganismen hält er gewisse Mikroorganismen. Diese sind dank den Untersuchungen Bütschli's, wie alle Zellen, als aus Zellsubstanz und Kernsubstanz bestehend erkannt worden, also echte Zellen. Altmann aber erbringt keinen Beweis dafür, daß seine Elementarorganismen verschiedene Substanzen, Organe enthalten. Das müssten sie, wären sie Organismen. Im Gegentheil spricht er von den Bakterien als Autoblasten oder Moneren. Ihre Substanz soll das hypothetische „Granulin" sein und da dieses krystallinisch angenommen wird und weiter befähigt, Eiweiss, Fette und Kohlehydrate zu produciren, stelle es den harmonischen Uebergang von der lebenden und todten Welt vor.

Wenn Haacke schreibt: „Es ist nicht unmöglich, dass man noch einmal dazu gelangen wird, in den Kernen der Zellen Organismen zu erblicken, die mit den Bakterien vergleichbar sind, in welchem Falle man allerdings annehmen müsste, dass diese letzteren nur einen Zellkern ohne Protoplasma repräsentiren", so ist dem zweierlei entgegen zu halten.

Einmal haben wir alle Ursache, die Bakterien als aus Protoplasma und Kern bestehend, demnach als ganze Zellen anzusehen, zweitens sind bisher alle isolirten Kerne zu Grunde gegangen, während Bakterien leider leben.

Man (z. B. GOETTE) hat die Berechtigung, die Zelle als Elementarorganismus anzusehen, geleugnet, weil sie, um diesen Namen zu verdienen, ein selbständiges, individuelles Leben bewahren müsste. Dies sei nicht der Fall. Denn sobald sie im synorganischen und synergetischen Zusammenhange, ein Individuum als Zellenstaat constituirend, auftrete, hätten die Theile die ursprüngliche Bedeutung als Elementarorganismen längst verloren. Dieser Gedankengang dürfte nicht richtig sein. Von der den Theil eines Zellenstaates vorstellenden Zelle zu verlangen, sie solle, aus ihrem Verbande gelöst, ein selbständiges Leben weiter führen, heisst von jeder Zelle, auch den einzelligen Lebewesen, verlangen, sie solle unter allen Umständen leben. Jedes einzellige Wesen lebt auch nur unter ganz bestimmten äusseren Verhältnissen, dieses nur in alkalischen Flüssigkeiten, jenes nur bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff u. s. w. Die Zelle, im synergetischen Zusammenhang ein Individuum constituirend, lebt auch nur unter ganz bestimmten Bedingungen. Wenn es möglich ist, sie, aus dem Zusammenhange gelöst, wieder unter gleiche Bedingungen zu setzen, wie die am Orte ihres Lebens waren, so lebt sie weiter. Weder ein Elementarorganismus noch sonst irgend ein Organismus lebt unter allen Umständen.

Die Definition der Zelle als Elementarorganismus könnte in folgender Weise angefochten werden. Da wir den Organismus als einen aus Organen und die Organe als aus Zellen aufgebaute Körper definirt haben, sind theoretisch in der Zelle wieder Organe, „Organoide", wie sie VERWORN gut bezeichnet, und in diesen wieder Zellen zu vermuthen. Die Zellen der Organoide sind wiederum Organismen mit Organen und Zellen. So liesse sich die Reihe endlos weiter denken. Man könnte von verbesserten Mikroskopen und besseren technischen Hülfsmitteln, als sie zur Zeit zur Verfügung stehen, erwarten, sie würden uns die Zellen der Zellorgane kennen lehren. Diesen theoretischen Erwägungen wird der Boden entzogen, wenn wir uns erinnern, dass ein Körper, um dem Begriffe des Organismus zu entsprechen, nothwendigerweise Organe zur Erhaltung und Organe zur Fortpflanzung besitzen muss, dass aber kein Theil der Zelle diese zweierlei Arten von Organen besitzt, ausser wenn die beiden Organarten den betreffenden Organen der Zelle selbst entnommen werden. Wir halten die Zelle also für den Elementarorganismus nicht, weil sie aus irgend welchen theoretischen Gründen in weitere Organismen nicht zerlegbar wäre, sondern weil sie aus zwingenden Gründen in weitere Organismen niemals zerlegbar sein kann.

Fortpflanzung ist Wachsthum über die Grenzen des Organismus hinaus. Der Organismus giebt Theile ab bei Fortbestand der eigenen Existenz. Würde die eigene Existenz durch Abgabe der Theile ver-

nichtet werden, so wäre dies biologisch keine Fortpflanzung. Zum Begriffe der Fortpflanzung gehört nothwendig die gleichzeitige Existenz des elterlichen — es handelt sich hier um die Zelle — und des kindlichen Organismus. Ginge der elterliche Organismus bei Production des kindlichen zu Grunde, so wäre nur statt des alten Organismus ein neuer entstanden. Ginge dieser zu Grunde, bevor er seinerseits Gelegenheit hatte einen kindlichen Organismus zu produciren, so ginge mit ihm die Möglichkeit zur Erhaltung des Lebens verloren. Der biologische Begriff der Fortpflanzung verlangt also, dass der elterliche Organismus im Laufe seines Lebens zum wenigsten zweimal Theile an kindliche Organismen abgiebt. Der Organismus kann nur in der Lage sein, Theile abzugeben, wenn die der Erhaltung dienenden Organe mehr Stoffe ersetzt haben als verbraucht sind oder wenn er mit mehr Stoffen geboren ist als zu seiner Existenz nothwendig sind. Letzteres ist nicht der Fall. Wäre es der Fall, so müssten Organismen existiren, die sofort nach ihrer Geburt gebären könnten! Jeder Organismus macht aber, bevor er in der Lage ist einen kindlichen Organismus abzugeben, gewisse bestimmte Veränderungen durch.

Wir kennen durch O. Hertwig die Veränderungen, die das Keimbläschen erfährt, ehe es zum Eikern, d. h. befruchtungsreif wird. Nach den schönen Untersuchungen von Flemming, O. Hertwig, van Beneden u. A. erleidet der Kern der neugeborenen Zelle gewisse regressive Veränderungen, ehe er sich zu neuer Theilung anschickt. Eine Ausnahme scheint nur die sog. Reductionstheilung der Fortpflanzungs-Zellen zu bilden, bei welchen zwei Theilungen stets so schnell aufeinander folgen, dass der Kern nicht für einige Zeit im Ruhezustand bleibt.

Die der Erhaltung dienenden Organe schaffen also mehr Stoffe als verbraucht werden. Der Organismus, die Zelle, müsste demnach entweder immer grösser und grösser werden oder Theile abgeben. Schon Leuckart und dann Herbert Spencer haben darauf aufmerksam gemacht, wie beim Wachsen jedes Thieres die ernährenden Flächen im Quadrat, die Masse aber im Kubus zunimmt. Das Wachsthum kann also nur bis zu einer gewissen Grenze fortschreiten oder der Organismus muss getheilt werden. Auch die Zelle kann, wie Verworn fein für die runde Zelle deducirt, nicht über ein bestimmtes Mass hinausgehen, weil auch bei ihrem Wachsen die Grössenverhältnisse der Oberfläche zur Masse sich zu Gunsten dieser dauernd verschieben. Dadurch erleiden die Ernährungsverhältnisse dauernde Verschiebungen und es wird, da der Zelle von der Peripherie her die Nahrung zufliesst, ein Moment eintreten, in dem die centralen Massen nicht mehr ausreichend ernährt werden können. Verfolgt man diesen Gedankengang weiter, so kann man in der mangelhaft werdenden Ernährung des Kerns den Reiz zur Theilung sehen. Es steht fest: Das Wachsthum der Zelle über ihre eigenen Grenzen hinaus, die Fortpflanzung, ist Folge davon, dass 1. die

der Erhaltung dienenden Organe mehr Stoffe adaptiren als nur zur Erhaltung nothwendig sind und 2. die Zelle innerhalb ihrer Grenze über ein bestimmtes Mass hinaus nicht wachsen kann. Es lässt sich dies auch so ausdrücken: Der Hunger der Organe ist Grund nicht nur der Erhaltung des Organismus sondern auch der Fortpflanzung.

Eine gute Stütze für diese Annahme bilden einmal die Conjugationsepidemieen der Infusorien, die von MAUPAS und von R. HERTWIG beobachtet sind. Diese Epidemieen werden nämlich sehr wesentlich durch die Ernährung beeinflusst und zwar führt ihren Eintritt eine mangelnde Ernährung schneller, eine reichliche langsamer herbei. Ferner begründen diese Annahme gut Beobachtungen, die an Pflanzen-Zellen gemacht sind. So lange diese wachsen, befindet sich der Kern dort, wo die besten Ernährungsbedingungen sind, in der ausgewachsenen Zelle hingegen mehr central, also unter schlechteren Ernährungsbedingungen. Dann aber erst schickt sich der Kern zur Theilung an.

Von verschiedenen Physiologen so namentlich SACHS, SCHWENDENER, DE BARY, WHITMAN, RAUBER ist der Begriff der Zelle als Elementarorganismus erschüttert worden, indem das Wachsthum der Pflanze nicht als Folge der Zellbildung, sondern diese als Folge des Wachsthums dargestellt wurde. SACHS, der die Idee, nach welcher die Zellenbildung das Secundäre sei, inaugurirt hat, stützt sich auf die Thatsache, dass es Pflanzen giebt wie Botrydium, Caulerpa, Vaucheria, die zwar wachsen, bei denen sich aber Zellen nicht finden, bei anderen Pflanzen z. B. der Alge Stypocaulon die Sprossen wachsen ohne sich zu theilen; erst die ausgewachsenen Theile werden nach und nach durch Theilungswände in immer kleinere Zellen verwandelt; im Verlaufe dieser Zelltheilung aber finde ein Wachsthum nicht mehr statt; also hinge das Wachsthum nicht von der Zellbildung ab. Der Autor bietet seine ungemein reiche Erfahrung und allen Scharfsinn auf, um inductiv und deductiv zu beweisen, „dass die Art der Zelltheilung nur von der Volumenzunahme und Gestaltung eines wachsenden Organs, nicht aber von seiner morphologischen und physiologischen Bedeutung abhängt.“ Dem ist entgegenzuhalten: Wachsthum ist sicher Ursache der Zelltheilung. Weshalb die wachsende Zelle sich theilen muss, ist angedeutet worden, es soll später genauer gezeigt werden. Weshalb die einen Zellen die bei weitem meisten, schon um weniges gewachsen, sich theilen und so immer nur mikroskopisch klein bleiben, die anderen aber, wie Botrydium, Caulerpa oder jedes Reptilien- und Vogelei ungetheilt sehr gross werden, die Gründe dafür liegen in der Art der Zellen oder besser ausgedrückt, in den eigenartigen Kräften, die auf diese Zellen wirken. Die Sprossen von Stypocaulon theilen sich erst, wenn sie eine gewisse Grösse erreicht haben. Die Gründe dafür kennen wir nicht. Was aber gewachsen ist, war doch schliesslich eine Zelle. Wir

müssen an den Vegetationspunkten die Ernährungsverhältnisse als am günstigsten annehmen, deshalb kommt es eben da zu Sprossen. Je weiter ab von den Sprossen die Zellen liegen, d. h. je älter sie sind, desto ungünstiger haben wir ihre Ernährungsverhältnisse anzunehmen. Hunger der Zelle führt zur Theilung. Durch Theilung der Masse eines Organismus in zwei Organismen werden die Ernährungsverhältnisse der Masse günstiger, indem einerseits die Oberfläche vergrössert, so die Nahrungsaufnahme erleichtert wird und andrerseits periphere und centrale Theile der Zelle in innigere Beziehungen kommen. Bei jeder Theilung findet also zum mindesten ein Oberflächenwachsthum statt. Ebenso wie die Theilung der Zelle durch die auf sie wirkenden Kräfte bestimmt wird, dictiren ihr diese ihre morphologische und physiologische Bedeutung. Uebrigens kann SACHS selbst, dieser so klar denkende Physiologe, seinen Standpunkt als allein gültigen nicht durchfechten. Dies geht aus einer Stelle im 6. Capitel seiner Pflanzen-Physiologie hervor, in der er auseinandersetzt, wie es ganz von unserer Betrachtungsweise und dem Ausgangspunkt unserer Betrachtung abhängt „ob wir die Zellen als selbständige sogenannte Elementarorganismen oder blos als Theile einer vielzelligen Pflanze betrachten wollen.“ Er hält somit die objective Beantwortung der Frage für unmöglich. Subjectiv aber wird die Antwort verschieden ausfallen. Dies allein schon lässt die Frage als falsch gestellt vermuthen.

Man kann das Wachsthum des Ganzen von dem der Theile ebensowenig wie das der Theile von dem des Ganzen trennen. Das Ganze und seine Theile stehen unter Einwirkung der gleichen Kräfte. Wenn eine Zelle gefördert oder geschädigt wird, so wird damit das Ganze gefördert oder geschädigt und was den Organismus als Ganzes berührt, berührt jeden seiner Theile. Dies gilt für das Wachsthum wie für alle Aeusserungen des Lebewesens. Die Zelle ist kein Baustein, durch dessen An- und Aufeinanderkleben man einen complicirten Bau schafft. Sie hat an und für sich schon die Fähigkeit, die der Bau hat, zu leben.

Sehr fein bemerkt O. HERTWIG, man betrachte die Zelle mehr physiologisch oder morphologisch, je nach dem man sie als Elementarorganismus oder als determinirten oder integrirten Theil eines übergeordneten höheren Organismus auffasst. Beide Betrachtungsweisen seien aber wissenschaftlich unberechtigt. Sicherlich ist dies der Fall, sobald man vergisst, dass die körperliche Einheit für das was Leben heisst Form und Funktion repräsentiren muss. Diese Begriffe sind voneinander in keiner Art zu trennen oder in ein causales Verhältniss zu bringen. Da wir eine kleinere Einheit, in der wir Leben sehen, als die Zelle nicht kennen, bleibt die Zelle der Elementarorganismus.

Sonderbarerweise wird ihr diese Qualität von manchen Autoren abgesprochen, sobald sie sich im Verbande von mehrzelligen Organismen findet, weil die Botaniker, namentlich WIESNER, es nicht unwahrschein-

lich gemacht haben, dass die Cellulosemembranen von Protoplasmafäden durchbrochen werden und diese demnach die Zellen untereinander in directe Verbindung setzen. Der Schluss, eine Zelle könne Elementarorganismus nicht sein, weil sie mit einer anderen durch einen Protoplasmafaden zusammenhängt, dürfte nicht zu Recht bestehen, weil wir erstens einzellige Lebewesen kennen, z. B. Volvox, die durch Protoplasmafäden zusammenhängen, deren Durchtrennung für das Leben des betreffenden Individuums einflusslos ist, weil zweitens die Syncytien durch breite Protoplasmamassen zusammenhängen und jeder losgelöste Theil derselben, sofern er nur einen Kern beherbergt, weiter lebt und drittens die ganze Deduction von der willkürlichen Voraussetzung ausgeht, nach der Protoplasma und lebendige Substanz identische Begriffe sind.

An der Auffassung von der Zelle als Elementarorganismus können theoretische Erwägungen, nach denen die Zelle noch in einfachere Lebenseinheiten zerlegbar sei, nichts ändern. Anatomisch ist jedes Ding stets weiter zu zerlegen und physiologisch, solange es sich um theoretische Betrachtungen handelt. Wenn Darwin seine Gemmulae, Elsberg-Haeckel ihre Plastidulen, Naegeli die Idioplasmatheilchen und Andere andere Elementarorganismen annehmen, um dadurch gewisse biologische Erscheinungen zu erklären, so können sie nicht, indem sie diese Erscheinungen mehr und weniger zureichend erklären, auf die Existenz ihrer Einheiten schliessen. Mit demselben Recht müssten wir die Existenz von Atomen, Molekülen, Elektronen, Aether etc. zugeben, während diese doch nur Anschauungsmittel sind. Es kommt hinzu, dass die Erfinder der Elementareinheiten zum Theil, so Darwin, Naegeli, nicht umhin können, diesen wieder Theilbarkeit zuzusprechen, weil sie ja mitwachsen und sich vermehren müssen. Zieht man ihnen diese Vermehrungsfähigkeit ab, so begreift man nicht, wie aus einem Ei + einem Spermatozoon die Millionen nach gewisser Richtung hin einheitlichen Zellen werden sollen, aus denen ein vielzelliges Individuum besteht. Und schliesslich können wir in einer so fundamentalen Frage wie der von der Lebenseinheit irgend welchen theoretischen Anschauungen zu Liebe nicht die Thatsache hintenansetzen, dass Leben ausserhalb der Zellen nie beobachtet ist. Es wird aber auch nie beobachtet werden, weil Leben ausserhalb der Zelle nicht existiren kann. (S. Capitel: Von der lebendigen Substanz und ihrem Verhältniss zur Zelle.)

Anders liegt die Frage, ob alle die Körper, die wir zur Zeit als Zellen ansprechen, solche sind oder nicht vielleicht aus mehreren Zellen zusammengesetzte Organismen. Welcher Art der Zellenverband ist, wäre dabei irrelevant. Gelänge es heute, aus einem Körper, den wir für eine Zelle halten, Organismen, die lebens- und fortpflanzungsfähig sind, zu isoliren, so müssten diese Organismen wieder Zellen sein. Es wäre dann nicht bewiesen, dass die Zellen keine Elementarorganismen sind, sondern nur, dass nicht Alles was wir für eine Zelle halten, wirklich

auch nur eine Zelle ist. Man muss WALDEYER beistimmen, wenn er es offen lässt, ob alle die Zellen, die wir jetzt als Elementarorganismen ansprechen, wirklich solche sind und nicht vielleicht noch Theile enthalten, die selbständig leben und sich fortpflanzen können.

Bestätigen sich die Mittheilungen MÜNDEN'S, nach denen man aus thierischen Zellen Granula isoliren kann, die lebens- und nach Art der Spaltpilze fortpflanzungsfähig sind, dann sind diese Granula Zellen und die Körper, denen sie entnommen sind, keine Elementarorganismen, weil sie keine Zellen sind. Leider geht MÜNDEN bei seiner Untersuchung vom Boden der ALTMANN'schen Anschauung aus und untersucht, ob die Zelle der Elementarorganismus ist, statt ob nicht etliche Körper, die wir für Zellen halten, aus solchen zusammengesetzt sind.

Das Wort „Zelle" aufzugeben und durch irgend ein anderes zu ersetzen — es sind zahlreiche derartige Vorschläge gemacht worden — liegt keine Veranlassung vor, sofern man nur das Wort im Sinne der biologischen Einheit gebraucht. Wenn ROB. HOOKE vor 230 Jahren das Wort, als er es zuerst für das Pflanzengewebe im Vergleich mit Honigwaben anwandte, rein anatomisch gebrauchte, so kann dies für unsere Zeit kein Hinderungsgrund sein, es physiologisch aufzufassen, um so weniger als schon GREW, MALPIGHI und dann MEYEN den physiologischen Begriff hervorgehoben. Nach einer anatomischen Einheit sucht wohl Niemand mehr. Alle Definitionen, die scheinbar morphologisch sind, indem sie die Zelle aus Protoplasma und Kern bestehen lassen, sind de facto biologisch, weil mit dem Begriffe des Protoplasmas der der lebendigen Substanz untrennbar verbunden wird. Ob man das Ding Zelle, Offe (SCHULTZE), Energide (SACHS), Protoplast (HANSTEIN) oder sonstwie nennt, ist gleichgültig, ob es eine Membran hat, rund oder eckig ist, farbig oder farblos, für sein Wesen als Elementarorganismus ohne Bedeutung. Wenn v. SACHS seine Energide in die Zelle eingeschlossen sein lässt, neben mehr passiven Substanzen, von v. KUPFFER „paraplastische" Gebilde genannt, so entspricht die Energide der lebendigen Substanz. Meint aber v. SACHS, zum Begriffe der lebendigen Substanz gehöre nicht nothwendig Kern + Protoplasma, so spricht gegen ihn die Erfahrung und das Experiment. Jene lehrt uns, dass, wo wir lebendige Substanz sehen, Kern und Protoplasma vorhanden ist, diese, dass Kern nicht ohne Protoplasma und Protoplasma nicht ohne Kern leben kann.

v. SACHS wünscht aber Kern + Protoplasma als Energide angesprochen zu wissen, weil diese die activen Elemente in der Pflanzenzelle vorstellen. Nun ist der Begriff des Activen in den Naturwissenschaften äusserst heikel. Activ kann nur eine Substanz genannt werden, welche eine Thätigkeit aus sich heraus entwickelt, durch sich selbst thätig ist. Die Thätigkeit der lebendigen Substanz, der Energide, ist aber ganz allein abhängig von den Stoffen, die ihr zugeführt werden.

Entziehe ich der Energide die Zufuhr von Sauerstoff, so ist ihre ganze Thätigkeit am Ende. Die lebendige Substanz entfaltet eine Thätigkeit nur durch Reaction auf Stoffe, die ihr zugeführt werden. Damit hört eigentlich ihre Activität auf — oder man nennt jede reagirende Substanz activ. Lebendige Substanz ist also absolut undenkbar ohne Stoffe, auf die sie reagirt. Die Energide + diesen Stoffen ist = Zelle, die Zelle — diesen Stoffen = lebendiger Substanz, Energide also = lebendiger Substanz. Sie entspricht daher einem längst bekannten Begriff. Dieser ist als Einheit nur für die Zelle, d. h. gepaart mit fremden Bestandtheilen denkbar.

Die gleichen Ausführungen gelten für die „germinal mater" Lionel Beale's und sein „formed material". Jenes entspricht vollständig dem Begriff der lebendigen Substanz, dieses dem der Zellproducte.

Wenn sich v. Kölliker bemüht, den Begriff der Energide auf die thierische Zelle zu übertragen, so scheitert leider auch der verehrte Senior der deutschen Anatomen, weil er scheitern muss, weil der Begriff „Energide" und „lebendige Substanz" identisch, aber als Einheit für sich nicht denkbar ist. v. Kölliker schreibt: „3. Pflanzliche Energiden und thierische Protoblasten entstehen sowohl als Ganzes als auch in ihren einzelnen Theilen oder Organen nie durch Neubildung sondern nur durch Theilung von ihresgleichen, pflanzen sich von Generation zu Generation fort und sind die Träger der Erblichkeit" und weiter: „5. die activen Leistungen der Energide beziehen sich a) auf Erzeugung ihrer typischen Organe, b) auf besondere Bewegungen des Protoplasmas (Saftströmung, amöboide Bewegungen), c) auf Bildung alloplasmatischer Organe (A. Meyer), die wesentlich in den Lebensvorgang eingreifen, aus dem Protoplasma hervorgehen, organisirt sind und durch Intussusception wachsen, aber sich nicht durch Theilung vermehren, sondern in jedem Individuum, wenn auch in typischer vererbter Gestalt, neu sich bilden. Solche sind: 1. Die Wimperhaare und Cilien aller Art, 2. die Muskelfasern in allen Formen, 3. die Nervenzellen und Nervenfasern, 4. die Sinnesendzellen."

Energide ist Protoplasma + Kern, wie auch v. Kölliker ausdrücklich definirt. Eine Energide pflanzt sich nach Absatz 3 nur durch Theilung fort. Da Nervenzellen, Sinnesendzellen sicher Protoplasma und Kern enthalten, müssen sie auch eine Energide vorstellen. Diese Zellen sind aber nach c) Abs. 5 „alloplasmatische Organe" und pflanzen sich als solche nicht durch Theilung fort. Hier ist ein Widerspruch, der sich nicht überbrücken lässt, wenn man nicht annehmen will, es gäbe Protoplasma + Kern, dieses Ding stelle aber manchmal keine Energide vor. Mit dieser Annahme fällt der ganze Begriff der Energide.

Die theoretisch construirten Lebenseinheiten wie Spencer's „physiologische Einheiten", Haeckel's „Plastidulen", Haacke's

„Gemmen“, O. HERTWIG's „Idioblasten“, DE VRIE's „Pangenen“, VERWORN's „Biogene“, WEISMANN's „Biophoren“, DARWIN's „Gemmulae“, NAEGELI's „Micellgruppen“, WIESNER's „Plasome“, sie alle sind keine morphologischen Einheiten. Ein Theil der Autoren giebt dies dadurch direct zu, dass sie ihre Einheiten morphologisch weiter, der andere Theil, indem sie die Einheiten chemisch weiter in Molecülgruppen zerlegen. So fassen alle in letzter Instanz die Lebenseinheiten als einen biologischen Begriff auf. Das ist auch nicht gut anders möglich. Obendrein widerspräche die Vorstellung, das Leben sei an eine bestimmte Form geknüpft, aller Erfahrung. Wir kennen Leben nur in der Zelle. Die Zelle tritt aber in allen möglichen Formen auf. Was zwingt denn zu der Annahme, dass, wenn es lebende Formen ausserhalb der Zelle gäbe, diese absolut gleich sein müssten?

Capitel 2.

Die Zelle besteht aus geformten und ungeformten Stoffen.

Die Zelle besteht aus der eigentlichen Zellsubstanz und dem Kern. Hingegen steht es noch dahin, ob das Centrosom als besonderer Bestandtheil der Zelle anzusehen ist. Man könnte wohl annehmen, dass es gelingen wird, in allen Zellen zu bestimmten Zeiten ein Centrosom zu finden, da die namentlich durch BRAUER weiter gestützte Ansicht O. HERTWIG's zu Recht bestehen dürfte. Nach dieser ist bekanntlich der Centralkörper ein Theil des Kerns, der, sobald der Kern seine specifische Thätigkeit entfaltet, in die Zellsubstanz austritt. Es ist aber mehr wie fraglich, ob wir eine Ruhe im Kern annehmen können. Dagegen sprechen u. A. die Beobachtungen von FR. SCHWARZ. Dieser Forscher fand die Tinctionsfähigkeit der Kerne je nach ihrem Alter verschieden und zwar mit zunehmendem Alter geringer, weil die Kernsubstanz weniger dicht wird. Er fand auch, dass in allen Zellen die Grösse des Kerns nach vollendeter Theilung zu- und dann wieder abnimmt. Gegen eine Ruhe im Kern sprechen weiter die dauernden morphologischen Veränderungen an den Chromatinfäden der Eier sowie die im ersten Theile dieser Arbeit vorgetragenen Befunde an den Kernen von Zellen im centralen Nervensystem, die wir in einer grossen Reihe der verschiedensten Formen angetroffen haben.

Die Ansicht STRASBURGER's und seiner Mitarbeiter, es gäbe Pflanzen, die Phanerogamen und Pteridophyten, bei denen Centralkörper

nicht zu finden seien, stimmt mit den Befunden von Fischer, Gregoire u. A., während die Untersuchungen von Guignard, Mottier, Webber, Hirasé u. A. das unzweifelhafte Vorkommen von Centralkörpern bei Phanerogamen von Shaw, Belajeff u. A. bei Pteridophyten erweisen. Es scheint allerdings, als ob sie recht schwierig zu beobachten und zu deuten sind.

Entweder haben die Centrosome in der Zelle überhaupt irgend welche wichtige physiologische Bedeutung — dann kommen sie in allen Zellen vor, oder sie haben keine derartige Bedeutung — dann ist ihr regelmässiges Vorkommen in der Majorität der Zellen unbegreiflich. Es kann nicht ein chemisch und morphologisch ganz prägnanter Körper sich in einer so ungeheuren Anzahl von Zellen finden, wenn er nicht für die Zelle als solche von fundamentaler Bedeutung ist. Wenn es also in etlichen Zellen noch nicht constatirt ist, so kann der Grund nicht sein, dass diese Zellen den Körper nicht besitzen, sondern nur, dass er aus irgend welchen Ursachen schwer zu constatiren ist. Der häufigste Grund, weshalb er nicht zu finden ist, dürfte in seiner örtlichen Zugehörigkeit zum Kern liegen. Er ist vorläufig erst zu erkennen, wenn der Kern ihn ausgestossen hat.

Auf die Frage, ob das Centrosom aus dem Protoplasma stamme, wie Bürger, Watasé, Meves u. A. wollen, oder etwa aus den Kernkörperchen, wofür sich Julin, Karsten entscheiden, kann hier nicht eingegangen werden; ebenso wenig auf die Ansicht Boveri's, nach dem die ganze Frage nicht recht zu entscheiden ist, weil Kern und Protoplasmasubstanzen in einander übergehen. Uebrigens ist dieser Forscher mit vielen Anderen und auch M. Heidenhain, der in dem Centrosom ein Kräftecentrum, ein „Mikrocentrum" der Zelle sieht, der Ansicht, dass dieses Gebilde ein dauerndes Zellorgan ist. Diese Anschauung vertritt auch der Entdecker des Centrosoms E. van Beneden.

Die Nervenzelle hat kein Centrosom. Diese Thatsache wird verständlich, wenn wir daran denken, dass der Kern der Nervenzelle eine specifische Thätigkeit im Sinne einer Fortpflanzung nicht hat. Daher treten Theile des Kerns nicht aus. Es bilden sich keine Centrosome und keine Kerntheilungsformen.

In den Pflanzenzellen finden wir noch als dauernde Zellorgane die Chromatophoren, in ihren Jugendformen als Leukoplasten, den älteren Formen als Chloroplasten und Chromoplasten bekannt. Sie vermehren sich durch directe Theilung. Da sie Ernährungsorgane sind, hat die Thatsache, dass sie den Pilzen und Thieren fehlen nichts Auffallendes. Pilze wie Thiere haben nicht die Fähigkeit, die Kohlensäure der Luft zu Kohlenstoff zu verarbeiten. Sie können diesen nur aus organischen Stoffen beziehen. Stickstoff kann der Pilz wie die Pflanzen aus anorganischen Salzen sich assimiliren, das Thier hingegen bedarf dazu des Eiweisses. Indem wir somit wissen, dass die Chro-

matophoren ganz bestimmten Zwecken ihrer unter bestimmten Bedingungen lebenden Träger dienen, können sie ebenso wenig als ein allgemeiner Zellbestandtheil angesehen werden als etwa die die ganze Länge der Zelle von Fortsatz zu Fortsatz durchsetzenden Fibrillen in den grossen Zellen der ventralen Rückenmarkshörner oder das Fett in den Fettzellen. Dass die Chromatophoren sich in einer sehr grossen Zahl von Zellen finden, kann nicht genügen sie als einen dauernden Zellbestandtheil anzusprechen. Ein solcher muss allen Zellen eigen sein, begrifflich zu ihnen gehören. Die Chromatophoren als Zellbestandtheile decken sich nicht mit dem Begriff „Zelle" sondern mit dem Begriff „Pflanzenzelle".

Ebenso wenig wie die Chromatophoren kann man die Membran als zum Begriff der Zelle gehörig betrachten, obwohl diese sich an noch mehr Zellen findet als jene, indem nicht nur alle Pflanzenzellen sondern auch viele thierische Zellen Membranen haben.

Die Zellsubstanz der Pflanzenzellen nannte v. Mohl, indem er den Sinn eines bereits existirenden Wortes übertrug, den Urstoff „Protoplasma" und beschrieb sie als eine zähflüssige, durchscheinende Masse mit oder ohne Körnern. Remak wandte dann den Ausdruck auf die Substanz der thierischen Zelle an. Protoplasma ist also nach diesen Forschern der gesammte Zellinhalt. Da man aber den Kern morphologisch und chemisch von der Zellsubstanz zu trennen gelernt hat, wird der Ausdruck Protoplasma jetzt ziemlich allgemein nur noch für den Zellinhalt minus Kern gebraucht. Nun kennen wir aber eine grosse Anzahl von Gebilden in den Zellen, die mit dem Begriffe einer „Ursubstanz" sicher nichts zu thun haben. Es sei, abgesehen von den in der pflanzlichen Zelle physiologischen Stärkekörnern und den in der thierischen Zelle nicht seltenen Fetttropfen, Glykogenkörnern nur an alle die Stoffe erinnert, die sich in amöboiden phagocytischen Zellen finden. Wir müssen also weiter vom Protoplasma diese, sagen wir vorläufig, heterogenen Körper abziehen. Es ist demnach sehr schwer zu sagen, was man eigentlich unter Protoplasma zu verstehen hat, weil man nicht scharf die Grenze zwischen heterogenen Bestandtheilen und dem eigentlichen Protoplasma ziehen kann. Indem nämlich diese heterogenen Bestandtheile sicher zum Theil Nahrungsmaterial vorstellen, wird aus ihnen Protoplasma. Diese Umwandlung geschieht aber nicht plötzlich sondern allmählich. In welchem Moment ist sie nun so weit gediehen, dass der Stoff Protoplasma vorstellt? Soll man, wie Flemming wünscht, die Bezeichnung „Protoplasma" über Bord werfen, so wird man für den Begriff, den wir z. Z. mit dem Wort verbinden, einen anderen Ausdruck suchen müssen.

Wenn Strasburger schreibt: „Unter Protoplasma verstehe ich den ganzen lebendigen Leib der Zelle", so ist diese Definition nicht recht brauchbar. Erstens ist es vielfach, bei den Syncytien, nicht

möglich den Zellleib abzugrenzen. Die Syncytien sind aber viel mehr verbreitete Zellverbände als man gemeinhin annimmt. So dürfte gegen die Auffassung des Myocardiums als Syncytium, wie sie GODLEWSKI vertritt, weil eben im Myocardium Zellgrenzen nicht vorhanden sind, kaum etwas einzuwenden sein. Dann entsteht bei der STRASBURGER'schen Definition sofort die Frage: Lebt denn der ganze Leib der Zelle? Die Frage muss verneint werden, wie es auch STRASBURGER für die Proteïnkörper und allgemein sein „Metaplasma" thut. Damit fällt die Definition.

BERTHOLD fasst den Begriff „Protoplasma" wieder im ursprünglichen Sinne von v. MOHL's auf und versteht darunter das zähflüssige Stoffgemenge, welches die Hauptmasse der Zelle darstellt, mit Einschluss des Kerns. In Gegensatz zum Protoplasma setzt er den Zellsaft und die Membran.

WALDEYER, F. REINKE u. A. sprechen als Protoplasma die lebende Substanz der Zelle an. Es kommt so zur Construction eines Begriffes, der nicht morphologisch und nicht chemisch zu fassen ist. Er dürfte aber auch deshalb nicht leicht zu halten sein, weil diese Definition die Frage nach dem Begriff der lebenden Substanz provocirt. v. KÖLLIKER definirt das Protoplasma theils durch physikalische, theils durch chemische Eigenschaften, ohne auf seine biologische Bedeutung hinzuweisen. v. HANSTEIN nennt das Protoplasma „Protoplastin" und bezeichnet es als ein Albuminat, damit chemisch. Da diese Definition aber allzu unzureichend ist, nimmt er physikalische Eigenschaften des Protoplasmas auf und nennt es, soweit es flüssig ist, „Enchylema".

Die v. MOHL'sche Definition vom Protoplasma wurde aber bald als noch aus anderen Gründen nicht genügend erachtet, da REMAK, LEYDIG, MAX SCHULTZE Fibrillen an den Nervenzellen beobachteten. Viele Detailarbeiten berichteten dann über Befunde von Fibrillen im Protoplasma. WALDEYER constatirte sie in den Haarrindenzellen, v. KUPFFER in Dotterzellen der Reptilien, FREUND in den Nervenzellen des Krebses u. s. f. Die Theorie vom fibrillären Bau des Protoplasmas fand ihren energischsten Vertreter für die pflanzliche Zelle in SCHMITZ und für die thierische in FLEMMING. Jener sieht im Pflanzenzellkörper ein Gerüst feinster Fibrillen in verschiedener Ausbildung, dieser unterscheidet in der Zelle „Fila" und „Interfilarmasse" oder griechisch „Mitom" und „Paramitom". Die Frage, ob diese Fäden im Leben ihre Anordnung verändern oder ob sie unveränderlich sind, lässt FLEMMING im Allgemeinen offen, nur meint er, für die thierischen Zellen scheint die Unveränderlichkeit Regel zu sein. RAUBER, der die Zellen als „kernhaltige, protoplasmatische Raumerfüllungen trajectorischer Flächennetze" ansieht, kommt aus mathematischen Gründen zu einer radial-concentrischen Anordnung der Fibrillen.

Eine Modification von der fibrillären Vorstellung vom Protoplasma

ist in den Ansichten Leydig's zu finden. Er sieht dasselbe aufgebaut aus einer Art Balken- oder Schwammwerk, dem „Spongioplasma“, und einer hellen, homogenen Substanz, welche die Zwischenräume füllt, dem „Hyaloplasma“. Je nach der Dicke der Fibrillen können sie ein Balkenwerk genannt werden. Wird ihr Durchmesser so gross, dass die sich kreuzenden Balken die Räume zwischen sich gegen einander abschliessen, so kommt es zur Bildung eines Schwammwerks oder „spongioplasmatischen Wabenwerkes“, wie es Leydig auch bezeichnet hat.

Im Gegensatz zur Fibrillentheorie hatte sich bald eine Theorie herausgebildet, die einen netzförmigen Bau des Protoplasmas lehrte. Sie wurde von v. Kupffer inaugurirt, weiter gefördert namentlich durch Frommann, Klein und Heitzmann. v. Kupffer unterscheidet in der Zellsubstanz eine hyaline formlose Masse, die er Paraplasma, und, in dieser eingebettet, eine körnig-fibrilläre, die er Protoplasma nennt. Das Protoplasma sieht er netzförmig angeordnet. Heitzmann hält das Protoplasma für ein sehr feines Netzwerk, dessen Knotenpunkte als Körner imponiren. Diese Massen sind in einer nicht lebendigen, nicht contractilen Flüssigkeit eingelagert.

Ein strenger Unterschied zwischen einem Netz- und einem Fadenwerk ist nicht immer zu machen und beide Fadenanordnungen kommen unzweifelhaft vor. Flemming hat denn auch seinen ursprünglichen Standpunkt verlassen und fasst jetzt die Lehre vom filaren Bau des Protoplasmas und dem netzförmigen unter dem Begriff der „Fadengerüstlehre“ zusammen. Mit dieser Bezeichnung wählt er allerdings statt eines anatomisch-beschreibenden Ausdrucks, wie es „Netzlehre“, „Fibrillenlehre“ ist, einen physiologischen. „Fadengerüstlehre“ sagt nur, dass Fäden als Stütze vorhanden sind, nichts über den Verlauf der Fäden. Wir haben aber, namentlich durch Flemming's treffliche Arbeiten, mit der Fibrillenlehre nicht nur Fibrillen, sondern einen bestimmten Verlauf derselben im Gegensatz zur Netzlehre angenommen. Die Bezeichnung „Fadengerüstlehre“ sagt zu viel. Denn sicherlich sind nicht alle Fadenformen des Protoplasmas als Gerüste aufzufassen. Erinnert sei z. B. nur an die Strahlen der Centralkörper. Irgend welche Zweifel an ihrer Fadenstructur bestehen wohl kaum mehr, nachdem Ballowitz ihren Zusammenhang mit den Fäden in der Zelle, und Körnchen als in die Strahlen eingelagert nachgewiesen hat. Und wenn auch R. Hertwig, Wilson u. A. zwischen den Strahlen noch quere Verbindungen gesehen haben, so kann man wohl diese als Stütze für die Strahlen, die Strahlen aber noch nicht als Gerüstfäden ansprechen.

Ein weiteres Stadium in den Anschauungen vom Bau des Protoplasmas bezeichnen die Arbeiten Bütschli's. Durch scharfsinnige Kritik der optischen Bilder und sehr sinnreich erdachte Experimente versuchte dieser Forscher nachzuweisen, dass wir die Structur des Protoplasmas

als schaum- oder wabenartig anzusehen haben. Die Waben sind mit einer Flüssigkeit gefüllt, die Körner liegen an den Punkten, wo die Waben zusammenstossen. Diese schöne Theorie hat viele Anhänger, so in Rhumbler, v. Erlanger, Verworn u. A. gefunden, ist aber auch angefochten worden.

O. Hertwig macht gegen sie zwei schwere Bedenken geltend. Einmal träfe für den Bau der Kernsubstanz, der dem des Protoplasmas verwandt anzunehmen ist, die Wabentheorie nicht zu. Denn während des Kerntheilungsprocesses beherrschen fadenartige Anordnungen das Bild. Zweitens kann man nicht umhin von den Structurelementen des Protoplasmas, mögen sie geformt sein wie sie wollen, einen festen Aggregatzustand zu erwarten. Bütschli's künstlich hergestellte Schaumbilder bestehen am Oel und K_2CO_3 oder Kochsalz oder Rohrzucker. Die Wabenwände aus Oel sind mit Wasser nicht mischbar. Analog müsste man diese Wände im Protoplasma aus flüssigem Eiweiss bestehend ansehen. Dieses mischt sich aber mit Wasser. Sobald man feste Substanztheile als für den Aufbau des Protoplasmas unentbehrlich annehmen muss, entstehen ganz andere mechanische Verhältnisse als in Flüssigkeitsgemischen. Auch Unna, der die Wabentheorie des Protoplasmas im Uebrigen anerkennt, stimmt Bütschli in seiner Annahme eines flüssigen Wabeninhalts nicht bei.

In seinen neueren Arbeiten beweist Bütschli eine wabige Structur nicht nur für das Protoplasma, sondern auch für alle möglichen anorganischen Substanzen. Dieser Anschauung tritt Ostwald bei und wird dadurch zur Annahme einer ausgebreiteten Oberflächenenergie geführt, die neben den anderen Energieformen in hervorragendem Masse an dem physikalisch-chemischen Gleichgewicht betheiligt ist. Flemming sieht die Wege zu einer Verständigung mit Bütschli geebnet, falls dieser zugiebt, dass seine Schaumstructuren sich mittelst Durchreissen der Wabenwände in Netzstructuren verwandeln können. Allerdings können dann die Fadenstructuren nicht mehr, wie Bütschli will, als Kantenansichten der Wabenwände gelten. Im Uebrigen leugnet Flemming nicht die Existenz wabiger Zellsubstanz, nur wünscht er, dass an der Existenz von Fäden neben ihr festgehalten werde. Waldeyer hält in Uebereinstimmung mit F. Reinke die Waben für Pseudowaben, indem diese Täuschung durch die gröberen Granula der mehr centralen Protoplasmamassen, des „Cytolinins“ Waldeyer's hervorgebracht werde. Die feineren Granula in den Wänden der Grundsubstanz bilden dann die Mitome Flemming's.

Ob die Wabentheorie Bütschli's zu Recht oder Unrecht besteht, mag unerörtert bleiben. Betrachtet man aber das Protoplasma als eine für physikalische, im weiteren Sinne chemische Leistungen in hohem Grade beanspruchte Substanz, so kann man sich dem nicht verschliessen, dass eine wabige Construction in höchstem Masse für Umsetzung von

Energieen geeignet ist, weil die enorme Oberflächenentwicklung solcher Structuren bei Zunahme der Masse das Missverhältniss zwischen Massenwachsthum und Oberflächenwachsthum zu Gunsten dieses erheblich beeinflusst. Für Adsorptionsvorgänge sind derartige Massen in ausgesprochenstem Grade geeignet. Die physikalischen Chemiker sind aus diesem Grunde auch nicht abgeneigt, für die gelatinirten Colloidstoffe eine wabige Structur anzunehmen. Sie können so durch ungemein entwickelte Oberflächenenergie die Adsorptionserscheinungen derartiger Stoffe erklären. Graham hat mit Rücksicht auf diese Stoffe und diese Erscheinungen den Begriff der „Capillaraffinität“ eingeführt.

Crato sieht im Protoplasma ein „Lamellensystem“ und „Physoden“. Jenes, auch Plastinlamellen genannt, ist ein Gerüstwerk, diese sind bläschenartige Gebilde, die zu den Lamellen in innigster Beziehung stehen, indem ihre Hüllen aus Theilen der Lamellen gebildet werdén. Der Inhalt der Physoden bewegt sich frei innerhalb der Lamellen. Die Granula des Protoplasmas gehören zu den Physoden. Die von den Lamellen gebildeten Kammern enthalten eine klare Flüssigkeit. Die Bütschli'sche Wabenanschauung wird also hier localisirt.

Waldeyer hält, wie oben bemerkt wurde, mit F. Reinke das Protoplasma für pseudowabig. In eine Grundsubstanz, das „Cytolinin“, sind entweder gröbere Granula eingelagert, die als Producte der Grundsubstanz aufgefasst werden und sich weiter zu Fettkügelchen, Dotterkügelchen etc. differenziren können, oder mehr flüssige Massen. In den Pseudowabenwänden, also in der Grundsubstanz, finden sich feinere Granula verschiedener Art, die sich zu Fibrillen umbilden können.

Die Körner werden verschieden in ihrem Verhältniss zum eigentlichen Protoplasma bewerthet. Bald nachdem sie beobachtet waren, spaltete ihre Bewerthung die Biologen in zwei Lager. Schleiden, Schwann, Henle rechneten sie zu den lebenden Substanzen, nannten sie sogar direct Elementarkörner, während v. Mohl und Max Schultze sie für nebensächliche Bestandtheile des Protoplasmas hielten. Hanstein, der sie „Mikrosomen“ nennt, eine dann oft wiederkehrende Bezeichnung, hält sie theils für organischer, theils für anorganischer Natur. Dieselbe Auffassung hat Berthold. Ehrlich spricht sie als Stoffwechselproducte der Zelle an, nachdem er eine Zeitlang der Ansicht zuneigte, sie seien Sitz der specifischen Zellfunction. v. Kölliker rechnet die „Granula aller Art“ nicht zum Protoplasma. Schwarz hält die Körnchen theils für Gerinnungsproducte, theils für Einlagerungen unlöslicher Stoffe. Zu einer höchst bedeutenden Rolle wurden sie namentlich durch Altmann berufen, der in ihnen die Zelle zusammensetzende Organismen, die eigentlichen Träger des Lebens sieht. Dass seine „Bioblasten“ Organismen nicht sein können, dürfte sich daraus

ergeben, dass kein Theil einer Zelle lebensfähig ist, ausser wenn er mit Kern und Protoplasma versehen, eine vollständige Zelle darstellt. Es kommt hinzu, dass die ALTMANN'schen Granula ganz verschiedene Dinge sind, wie Chlorophyllkörner, Pigmentkörner, Dotterkörnchen neben den wirklichen Protoplasmakörnern, kurz, wie BÜTSCHLI sich ausdrückt, „eine ziemlich bunte Versammlung". ALTMANN definirt das Protoplasma als eine Colonie von Bioblasten, die in einer indifferenten Substanz einzeln oder als Fäden gruppirt liegen.

Eine Stütze nach der morphologischen Seite hin hat die ALTMANN'sche Lehre durch ARNOLD erhalten, der zwar ein Anhänger der Fadenlehre ist, die Fäden selbst aber aus Körnern, „Plasmosomen", zusammengesetzt sieht. Die Plasmosomen bestehen aus einer dichten centralen Masse und einer helleren peripheren.

Verschiedene Autoren, so namentlich v. KÖLLIKER, HENNEGUY, GALEOTTI lehnen es ab, für das Protoplasma ein für alle Mal eine bestimmte Structur anzunehmen. Sie halten es in den einen Zellen, so in allen Jugendformen für durchaus homogen, in anderen für wabig. Die Waben sollen eine Folge der Bildung von Vacuolen sein. Indem diese wachsen, reissen die Wabenwände, es entstehen Fäden, Netze. v. KÖLLIKER unterscheidet zwei Arten solcher Netze, die typischen Protoplasmanetze, die aus Eiweiss bestehen und contractil sind und die Plastinnetze, die sich chemisch anders verhalten, nicht contractil sind, in bestimmten Zellen als natürliche Gebilde vorkommen, in anderen erst durch Reagentien hervorgerufen werden. Er giebt dann noch Netze als möglich zu, in deren Fasern beide Substanzen vorkommen. In den Maschen der Netze befinden sich dann flüssige, nicht contractile Hyaloplasmamassen und mannigfache Einschlüsse.

Gegen diese Anschauung führen vor Allem v. ERLANGER und FLEMMING die durch Thatsachen gestützte Behauptung ins Feld, dass es auch an embryonalen und jungen Zellen gelinge, fädige Bildungen des Protoplasmas nachzuweisen. Was man sich aber unter dem „netzigwabigen" Bau v. ERLANGER's denken soll, ist nicht leicht zu begreifen. KLEMM hält Waben, Fibrillen, Netze als veränderliche Zustände, die vom Protoplasma vorübergehend angenommen werden können. STRASBURGER nimmt für die Pflanzenzelle ein „Kinoplasma" und ein „Trophoplasma" an, von denen jenes thätig Fadenbildung, dieses Wabenbildung zeige. Im nicht thätigen Zustande erscheine das ganze Plasma wabig. Diese Vorstellung ist recht schwierig, weil man sich diejenigen Substanzen in der Zelle, an die das Leben gebunden ist, nie unthätig vorstellen kann.

In anderer Art nimmt BALLOWITZ einen vermittelnden Standpunkt ein. Nach ihm besteht das Protoplasma aus einer homogenen Grundmasse, dem „Hyaloplasma" und einem feinen Netzgerüst, dem „Mitoplasma". Sind die Fäden in einer Richtung stärker ausgebildet,

so kann es zu einem schwammartigen Gefüge kommen, einem „Spongioplasma“, wie es LEYDIG nennt, verbreitern sie sich noch mehr in der Fläche, zu einem wabenartigen im Sinne BÜTSCHLI's.

Die Waben BÜTSCHLI's und in ihnen Granula im biologischen Sinne ALTMANN's sieht SCHLATER in der Leberzelle von Kaninchen. Andere sehr zahlreiche Körnchen, die sich von diesen und auch untereinander durch ihr tinctorielles Verhalten unterscheiden, haben nicht den Anspruch, als Bioblasten zu gelten. BENDA beschreibt in den verschiedensten Zellarten eigenthümliche Körnchen, welche öfter Fäden bilden. Er nennt diese Formen Mitochondrien.

Bedenkt man, dass in mühe- und geistvollen Untersuchungen für viele Zellen, so für gewisse Amoeben, von den Einen ein wabiger, von den Anderen ein granulärer, von den Dritten (KLEMENZIEWICZ) ein fädiger Bau des Protoplasmas nachgewiesen ist, so scheint man die Wahl zu haben, ob man Alles als Kunstproducte oder eins oder das andere als Kunstproduct oder Alles als existirend ansehen will. Kunstproduct ist jede Form, die am todten Organismus wahrnehmbar ist, wenn sie nicht auch am lebenden zu beobachten war. Damit ist nicht gesagt, dass sie nicht auch am lebenden existirt hat. Es muss aber mit ihr oder ihrer Umgebung irgend etwas geschehen sein, das uns im Gegensatz zu dem Zustand, in dem sie sich lebend befand, die Möglichkeit giebt, sie im todten zu sehen. An der lebenden Zelle ist aber irgend wie allgemein keiner der drei Zustände des Protoplasmas zu beweisen. Wir haben also nur die Wahl, entweder alle als Kunstproducte oder keinen von ihnen als solchen aufzufassen. Nun ist aber unzweifelhaft an lebenden Zellen mitunter eine Structur anzutreffen, die man wohl als wabig ansprechen kann; mitunter sind deutlich Fäden zu erkennen und häufig Körner. Deshalb sind wir nicht berechtigt, in todten Zellen Waben, Fäden oder Körner als Kunstproducte anzusehen. Es existirt das Alles, manchmal wohl nebeneinander, oft in dieser oder jener Combination, oft das Eine oder Andere. Auch sind Uebergangsstadien, so von homogener Substanz zu Waben, von Waben zu Fäden und von Fäden zu Körnern sicher vorhanden.

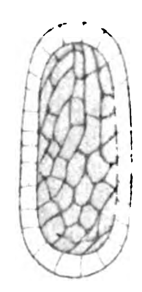
Als klassisches Beispiel solcher Uebergangsstadien seien die Befunde von JANSSENS und LEBLANC an den Zellen der Bierhefe erwähnt. Sie sahen an ihnen, wie erst der Kern, dann die ganze Zelle sich vacuolisirt, so dass sie Wabenstructur — nicht ganz im Sinne BÜTSCHLI's — zeigte. Wurden die Vacuolen sehr zahlreich und dicht, so erschien das Protoplasma netzförmig und in diesem Netze traten Körner auf.

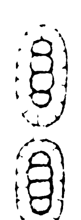
Wenn BERTHOLD das Protoplasma als eine Emulsion von mehr oder minder flüssiger Consistenz und alle fädigen Gebilde als Kunstproducte anspricht, so ist dem schwer beizustimmen. Sicher ist das Protoplasma oftmals flüssig, sicher in vielen Zellen durchaus nicht flüssig, sondern mehr fest, sicher sind manche Fadengebilde, die wir an fixirten Zellen

sehen, Kunstproducte, sicher aber auch sind in lebenden Zellen Fadengebilde zu sehen.

F. Reinke hält die ganze Frage wohl noch nicht für spruchreif. Wenigstens dürfte folgende Auslassung diese Annahme gestatten: „Da wir aber das Protoplasma nicht als ein chemisches Stoffgemenge, sondern für einen hochorganisirten Mechanismus ansehen müssen, so ist natürlich für das lebende Protoplasma eine specifische Structur des materiellen Substrats erforderlich, welche mit den noch verhältnissmässig groben Structurverhältnissen, dem Gerüstwerk und dem Wabenwerk sowie den Mikrosomen unmöglich zusammenfallen kann."

Es existirt kein Protoplasma, in dem geformte Elemente nicht nachweisbar sind. Selbst die Bacterien und verwandte Organismen, an deren Zellnatur ein Zweifel nicht mehr bestehen kann, zeigen in ihrem minimalen Protoplasma noch geformte Elemente. Es demonstriren dies die beifolgenden Abbildungen nach Bütschli ohne weiteres.


Fig. 2. Chromatium Okenii Ehb. sp. Nach Bütschli.


Fig. 3. Bacterium lineola (Ehb.) Cohn. Theilungsstadium. Optisch.Längsschnitt. Nach Bütschli.

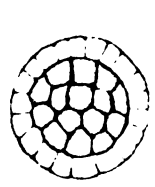

Fig. 4. Oscillarie aus Seewasser von Kiel. Optischer Querschnitt. Nach Bütschli.


Fig. 5. Bacterium aus Sumpfwasser. Nach Bütschli.


Fig. 6. Ophidomonas jenensis Ehb. Optischer Querschnitt. Nach Bütschli.

Wir haben alle Ursache zu der Annahme, dass wir mit unseren heutigen Hilfsmitteln nur die geringste Zahl der Structuren sehen und viele Formen uns entgehen, weil sie theils zu klein, theils gegen die Umgebung zu wenig different lichtbrechend sind. Diese Formen, unter denen wir die specifische Structur des Protoplasmas vermuthen sollen, nennt F. Reinke „Metastructuren" des Protoplasmas.

Der Streit, ob das Protoplasma flüssig oder fest ist, würde in der Litteratur nicht so viel Staub aufwirbeln, einigte man sich nur darüber, was Protoplasma ist und wie weit man die Grenzen des Begriffes „flüssig" zieht. Rechnet man als Protoplasma den ganzen Zellinhalt minus Kern, so steht die Frage, da die Zelle unzweifelhaft geformte Elemente enthält, so: Bleibt eine Flüssigkeit immer flüssig, auch wenn man ihr sehr kleine geformte Elemente beimischt? Die Antwort lautet: Das hängt ganz von der Art der Flüssigkeit und der geformten Elemente, sowie

der Zahl der geformten Elemente ab. Schütte ich viel oder wenig Schrotkörner in ein Glas Wasser, so bleibt das Wasser immer dünnflüssig, schütte ich wenig Grieskörner in ein Glas Wasser, so resultirt eine dickflüssige, nehme ich viel Gries, eine breiige oder sogar feste Masse. Da sicherlich nicht alle Zellen gleich viel geformte Elemente enthalten, wird das Protoplasma bald mehr flüssige, bald mehr feste Consistenz haben. Die geformten Elemente können sich zu den ungeformten nicht wie Schrot zu Wasser verhalten, wie Substanzen, zwischen denen eine innere Beziehung nicht stattfindet. Die inneren Beziehungen zwischen den ungeformten und geformten Elementen müssen um vieles inniger sein wie die zwischen Gries und Wasser. Fasst man aber Protoplasma als gleichbedeutend mit lebendiger Substanz, so ergeben sich ganz andere Consequenzen. Das soll das nächste Capitel zeigen. Will man die Consistenz des Protoplasmas im Allgemeinen bezeichnen und als Protoplasma die Zelle minus Kern und eventuell Membran ansehen, so wird man wohl am besten thun, sich v. Kölliker anzuschliessen und das Protoplasma eine „weiche Substanz" nennen.

Es soll hier nicht der Wandel geschildert werden, den die Anschauung vom Zellinhalt im Laufe der Dezennien durchgemacht hat. Wir haben die Ansichten nur der hervorragendsten Führer im Kampfe kurz angeführt, weil nichts weiter hier bewiesen werden soll, als dass allgemein die Zellsubstanz aus zwei morphologisch verschiedenen Substanzen zusammengesetzt gesehen wird, einer geformten und einer ungeformten. Ob die geformte Körnchen, Fäden, Netze oder Waben vorstellt, bleibe hier ausser Acht, dass die ungeformte neben, um und in jener stets vorkommt, bleibe beachtet.

Da wir das Protoplasma als Zellsubstanz minus Kern aufgefasst haben, in dieser Substanz der Nervenzelle aber Stoffe vorkommen, die chemisch gleich den Stoffen im Kerne sind, weil sie eben aus solchen direct stammen, so haben wir in diesen Zellen extranucleäre Kernsubstanzen. Den Kern erkennen wir nur durch seine Substanzen. So steht das Protoplasma der Nervenzelle gegensätzlich zum Protoplasma aller anderen Zellen und deckt sich mit keinem Begriffe vom Protoplasma im Gegensatz zum Kern. Entweder sind also alle zum Kern gegensätzlichen Definitionen vom Protoplasma falsch oder die Nervenzelle ist ein zu allen anderen Zellen gegensätzlicher Körper.

Capitel 3.

Die Zelle muss Nahrungsmaterial enthalten. Die geformten Substanzen im Protoplasma und Kern sind die lebendigen, die ungeformten Nahrungsmaterial.

Nach Luciani u. A. tritt der Tod des Individuums durch Hunger ein, wenn das Deficit des ursprünglichen Körpergewichts 40—45 % beträgt. Das Individuum ist aus Zellen zusammengesetzt. Das Deficit könnte zu Stande kommen, indem entweder 55—60 % der Zellen zu Grunde gehen oder indem die Zellen durchschnittlich 55—60 % ihres Gewichts verlieren.

Atrophie verschiedener Zellenarten z. B. der Fettzellen, Leberzellen beim Hungertod ist bekannt. Ferner sind einzellige Lebewesen beobachtet worden, die im Inanitionszustand bis zur Hälfte etwa an Körpervolumen, also wohl auch an Gewicht verlieren, ohne zu sterben. Aus beiden Thatsachen schliessen wir, dass die Annahme, es trete der Hungertod des Individuums ein, wenn 40—45 % der Zellen von den übrigen 55—60 % der Zellen quasi aufgegessen wären, falsch ist. Die Zelle kann durchschnittlich 40—45 % verlieren ohne zu sterben. Eine merkwürdige Erscheinung! Die Zelle lebt, indem sie sich selbst aufisst! Nahrung muss sie irgend woher haben. Denn fassen wir den Begriff des Lebens nur ganz allgemein als das wahrnehmbare Resultat einer Thätigkeit auf, so muss nach dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft dem Körper, der diese Thätigkeit entfaltet, eine Kraft zugeführt worden sein. Diese Kraft erhalten Lebewesen mit der Nahrung (als potentielle Energie). Dies beweist die Thatsache, dass sie ohne Nahrung zu Grunde gehen.

Es müssen also in der hungernden Zelle einzelne Theile der Zelle — sie seien mit A bezeichnet — auf Kosten anderer Theile — B — ihr Leben fristen. Es könnte sein A entweder der Kern und B das Protoplasma, oder A das Protoplasma und B der Kern, oder A etliche Theile vom Protoplasma und B etliche Theile vom Kern. Das Protoplasma kann unmöglich auf Kosten des Kerns leben, weil dieser fast stets an Volumen viel weniger als 45 % der Zelle beträgt und in der atrophischen Zelle immer noch vorhanden ist. Der Kern kann nicht auf Kosten des Protoplasmas leben, weil in den verhungerten einzelligen Wesen das Grössenverhältniss zwischen Kern und Protoplasma sich nicht verändert hat. Aus dieser Thatsache geht auch hervor, dass an dem Gewichtsverlust Kern und Protoplasma im Verhältniss zu ihrer Grösse betheiligt sind. Wir wissen also jetzt, dass das Protoplasma 45 % verlieren kann ohne zu sterben und ebenso der Kern, also beide beinah zur Hälfte aus Nahrungsmaterial bestehen müssen. Der Rest muss diejenige Substanz sein, welche befähigt ist, die potentielle Energie der

Nahrungsstoffe in kinetische Energie umzusetzen. Wir bezeichnen diese als die lebendige Substanz.

Das Protoplasma besteht aus geformten und ungeformten Stoffen. Es drängt sich die Frage auf, welche von beiden stellen die lebendige Substanz und welche die Nahrungsstoffe vor; oder sind in beiden Nahrungsstoffe und lebendige Substanz gleichmässig gemischt? Nehmen wir mit Leydig und seinen Anhängern, wie Friedländer, Rohde, Nansen, an, das eigentlich Nervöse, das die specifische Arbeit Leistende, also das Lebendige, in den grossen Zellen der ventralen Rückenmarkshörner sei der homogene, füllende Stoff, das Hyaloplasma Leydig's, so müssen wir sein Netzwerk, sein Spongioplasma und die Fibrillen, die er auch, allerdings im Zusammenhang mit dem Spongioplasma sieht, ferner die extranucleären Chromatinkörper als Nahrungsstoffe ansehen oder alle diese Bildungen dienen nur untergeordneten mechanischen Zwecken.

Rohde hält das Fibrillenwerk auf Grund seiner Präparate von Wirbellosen nicht für die nervösen Bahnen, sondern nur für Stützelemente, weil die Fibrillen der Zelle peripher direct in die Fibrillen des Stützgewebes übergehen und die Identität beider Fibrillen nachweisbar sei. Abgesehen von vergleichend anatomischen Gründen hält Flemming die Rohde'sche Ansicht auch durch dessen Präparate nicht für stützbar, indem diese durch Sublimat-Fixation gewonnen seien, welche erfahrungsgemäss die Zelle stark schrumpfen macht; daher lasse sich über die Fäden, die bei der Retraction der Zelle peripher auftreten, schwer ein Urtheil fällen.

Etliche Autoren, so Neumann, Ballowitz, Ehrlich halten es nicht für ausgeschlossen, die Granula seien Secretionsproducte der Zelle; Galeotti sieht sie als solche speciell des Kerns an. Es müssten dann nothwendigerweise die Granula in der hungernden Zelle schwinden. Dies ist nicht der Fall.

Die Fibrillen in den Nervenzellen könnten Stützsubstanz sein. Wir hätten dann bei der Masse der Fibrillen die merkwürdige, ganz unverständliche Erscheinung, dass eine Zelle zum bei weitem grössten Theil aus Stützsubstanz bestände, während an sie sehr hohe physiologische Ansprüche gestellt werden, die mit dem Zusammenhange oder der Festigkeit des Organs dem sie angehört, nichts zu thun haben. Sind die Fibrillen aber Nahrungsstoffe, so wären die Nervenzellen der Vorderhörner mit einer sehr grossen Masse solcher Stoffe und einer sehr geringen Menge lebender Substanz ausgestattet. Wir dürfen demnach erwarten, dass, wenn ein Organ, welches fast ausschliesslich aus nervösen Elementen zusammengesetzt ist, wie das Centralnervensystem, den Hungertod stirbt, sein Gewichtsverlust ein sehr bedeutender, mindestens der Zellendurchschnittsverlust im Hungertode von 45 % sein muss. Gerade das Umgekehrte ist der Fall. Nach Chossat verliert von allen Organen im

Hungertode keines so wenig an Gewicht als das Nervensystem, nämlich nur 2 %.

Auf die Betrachtung, dass, wenn LEYDIG's Ansicht zu Recht bestände, höchst sonderbarer Weise Stoffe, welche eminente Aufgaben in der Natur zu erfüllen haben, formlos sind, während ihr Nahrungsmaterial sehr feine Formen zeigt, sei nicht weiter eingegangen, da diese Erwägungen rein theoretisch sind und eine Ueberzeugung entgegengesetzt Denkender nicht ermöglichen.

Ebenso steht es mit den Einwänden, die PFLÜGER gegen LEYDIG erhebt, wenngleich die Thatsache, dass der Nerv durch den elektrischen Strom nur erregt wird, wenn der Strom ihn längs durchfliesst, eine erhebliche Stütze für die Annahme sein dürfte, dass das Leitende die Fibrillen sind. Will man diese Folgerung aber mit LEYDIG nicht zugestehen, so kann man aus dem Zusammenhang der Nervenfibrillen mit den Fäden in den Zellen nicht schliessen, dass diese Träger der Function sind. Ob man ferner die Erinnerungsbilder mit PFLÜGER an das Geformte in den Nervenzellen oder mit LEYDIG an das Ungeformte gebunden sich vorstellt, muss Jedem überlassen bleiben und kann nicht als Beweis dafür verwendet werden, dass der Sitz der psychischen Processe im Geformten resp. Ungeformten zu suchen sei.

Eine Hauptstütze für seine Anschauungen findet LEYDIG in folgender Erwägung: „Es sei doch ganz besonders an eine Thatsache erinnert, welche nach Wahrnehmungen von mir und Anderen für sicher gelten darf und in der obschwebenden Frage nicht wenig in die Wagschaale fällt: die Erscheinung nämlich, dass Zellleib und Kern für unsere Augen zuerst von rein homogener Natur sein kann, und sonach unzweifelhaft das Auftreten des Spongioplasma innerhalb der homogenen Substanz einem nachfolgenden Stadium angehört. Müssen wir da nicht gegenüber einer solchen Erfahrung von vornherein uns gestimmt fühlen zu der Vorstellung, dass die weiche homogene Materie das erst Lebendige sei und das festere Maschenwerk der ersteren in biologischer Bedeutung nachsteht?“ Giebt man selbst zu, dass Zellleib und Kern für unser Auge von rein homogener Beschaffenheit sein kann, so hat man kein Recht daraus zu folgern, dass sie von homogener Beschaffenheit sind. Ob etwas homogen oder nicht homogen ist, können wir, falls wir mechanisch die Stoffe nicht sondern, nur entscheiden, wenn wir wissen, ob die das Object zusammensetzenden Substanzen das Licht gleich brechen. Steckt man einen aus passendem Glasfluss hergestellten Stab in eine gleichfarbige, gleichbrechende Flüssigkeit, so ist für unser Auge die Flüssigkeit ganz homogen. Falls in der homogenen Masse Spongioplasma später sichtbar wird, so ist der Schluss, es sei vorher nicht dagewesen, kein berechtigter. Angenommen es sei auch früher dagewesen, so braucht sich nur in ihm oder im Hyaloplasma irgend etwas und in Folge dessen das Lichtbrechungsvermögen geändert zu haben, damit unser Auge die

beiden Substanzen unterscheiden kann. In der lebenden Substanz aber und in allen Substanzen, die mit ihr vorkommen, muss sich dauernd sehr vieles ändern; das ist der Begriff des Lebens.

LEYDIG meint ferner beweisen zu können, dass. wenn die Zelle sich schärfer nach aussen abgrenzt, dies durch eine Verdichtung „man könnte sagen Verflechtung“ des Spongioplasma zu Stande kommt. Deshalb müsste, da doch die Membran etwas für die Zelle mehr Nebensächliches ist, auch die Substanz, aus der sie entsteht, von untergeordneter Bedeutung sein. Dem liesse sich, selbst wenn man den ersten Satz zugiebt — ich möchte nicht die ganze Membranfrage aufrollen — sehr wohl widersprechen. Verdichtet sich eine Substanz, so hat sie sich in ihrer physikalischen Beschaffenheit geändert. Jede Aenderung der physikalischen Beschaffenheit bedeutet eine Aenderung der Function. Was Ursache, was Folge ist, bleibe hier unerörtert. Erinnert sei an die verhornenden Zellen. Der Satz: wenn aus einem Gebilde ein lebensunwichtiges Gebilde wird, so war das erste Gebilde auch lebensunwichtig, dürfte nicht zu halten sein.

Ferner behauptet LEYDIG, die Nervenfibrillen kämen zu Stande, indem das Spongioplasma gleichsam Reihen und Gänge bilde — NANSEN nennt sie schlechtweg „Röhrchen“ —, in welchen das Hyaloplasma dann die Leitung besorge. Angenommen diese Entstehung stimmte, so kann nichts hindern, das Geformte als das Leitende, das Ungeformte als etwas mehr Secundäres anzusehen. Dies dürfte man nicht, wäre der Beweis für die Zelle erbracht, dass in ihr das Hyaloplasma Träger der Function ist. Die diesbezüglichen Beweisversuche LEYDIG's und seiner Anhänger sind, wie oben gezeigt wurde, kaum als geglückt anzusehen. Wenn schliesslich LEYDIG durch gewisse Befunde, die er an den Nervenendapparaten erhoben hat, sein Hyaloplasma glaubt als den reizleitenden Theil an Nerven hinstellen zu können, so wird es deshalb schwer, sich ihm anzuschliessen, weil andere Untersucher, denen auch Erfahrung und Kenntnisse nicht abzusprechen sind, Beobachtungen niedergelegt haben, die denen LEYDIG's widersprechen. Das Wenigste, was sich also bezüglich dieses Punktes behaupten lässt, ist ein non liquet.

Wie steht nun der Fall, wenn das Geformte die lebendige Substanz, das Umgeformte aber Nahrungsmaterial ist? Der geringe procentuale Gewichtsverlust des Nervensystems im Hungertode hat dann nichts Ueberraschendes. Denn ist das Ungeformte Nahrungsmaterial, so kann es in Anbetracht, dass der verfügbare Raum der Zelle von sehr vielen geformten Substanzen angefüllt wird, nur einen geringen Procentsatz der Zelle betragen.

Im Gegensatz zur Nervenzelle, die sicher nicht dazu bestimmt ist, irgend welche Reservestoffe für den Körper aufzuspeichern, werden wir an den Zellen, die diese Bestimmung zweifellos haben, die stärksten Gewichtsverluste im Hungertode erwarten. Dies trifft auch zu, denn das Fett-

gewebe verliert 93 % seines Gewichts. — Geistige Arbeit erregt nur geringes Hungergefühl. Deshalb werden wir erwarten können, dass diejenigen Zellen, als deren Product wir die geistigen Leistungen ansehen, nur wenig Nahrungsmaterial verbrauchen. Deshalb ist im centralen Nervensystem, d. h. in jeder einzelnen Zelle nur wenig Nahrungsmaterial aufgespeichert. Muskelarbeit erregt grosses Hungergefühl. Wir erwarten deshalb, dass die Muskelzellen viel Nahrungsmaterial enthalten. In der That verlieren die Muskeln im Hunger 34—45 %.

Nun meint Luciani: „Das Nervensystem zwingt gewissermaassen die Gewebe für seine Bedürfnisse zu sorgen, indem es die chemische Bewegung und folglich den Verbrauch und die Liquidation derselben während des Fastens beherrscht. Darin liegt der Grund, dass es so viel weniger als die übrigen Gewebe abzehrt.“ Man kann mit einer viel einfacheren Erklärung auskommen: Im Hunger lebt die lebende Substanz der Zelle vom Nahrungsmaterial der Zelle. In den Zellen des Centralnervensystems ist relativ sehr wenig Nahrungsmaterial, folglich können sie nur sehr wenig an Gewicht verlieren. Die Nervenzelle hat ungemein wenig Nahrungsmaterial, weil sie ungemein wenig gebraucht, indem sie nicht wie alle anderen Zellen in die Nothwendigkeit versetzt ist, aus den Nahrungsstoffen innerhalb des Protoplasmas Stoffe zu schaffen, die sie zur Ernährung an den Kern abgeben kann. Erhält sie doch bereits durch Aufnahme anderer Zellen chromatische Stoffe, die sie einfach in ihrem Protoplasma aufspeichert und bei Bedarf an den Kern abgiebt. Ob diese Stoffe während ihres Aufenthalts im Protoplasma vielleicht noch geringe Veränderungen erleiden, bleibe dahingestellt.

Lebte die ungeformte Substanz auf Kosten der geformten, so müssten in verhungerten Zellen die Formelemente aufgezehrt sein. Dies ist nicht der Fall, auch nicht bei einzelligen Lebewesen. Verworn bildet in seiner allgemeinen Physiologie 3. Auflage S. 287 ein Wimper-Infusorium im im Inanitionszustande ab, bei dem die Granula in der Zellsubstanz (trotz gegentheiliger, darunter stehender Erläuterung) gut sichtbar sind.

Die Eventualität, es sei in den geformten Substanzen auch Nahrungsmaterial vorhanden, zu erörtern, sind wir überhoben. Da die lebendige Substanz dauernd Nahrungsmaterial an sich reisst, das sie eben zu lebendiger Substanz macht, ist nothwendigerweise ein Moment denkbar, nämlich der Moment des Eintritts, in dem das Nahrungsmaterial an der Bewegung der lebendigen Substanz erst theilzunehmen anfängt. Will Jemand also die Möglichkeit vertheidigen, in den geformten Stoffen sei auch Nahrungsmaterial und lebendige Substanz vorhanden, so kann er das in diesem Sinne thun, wie er auch in gleichem Sinne das Vorhandensein von Abfallstoffen in der lebendigen Substanz erschliessen kann.

Wir sehen als die eigentlichen Träger des Lebens in der Zelle die geformten Substanzen an, die ungeformten

nur als Nahrungsmaterial für jene. Der Kürze wegen sei es fernerhin gestattet, die sichtbar geformten Substanzen als „Lebensformen" oder, da dieser Name zu Unklarheiten Veranlassung geben kann, besser griechisch als „Bioiden" zu bezeichnen, das im Protoplasma aber übrig bleibende Gemisch von Nahrungs- und Abfallstoffen als „Trophomigma", wenngleich in diesem Namen das Vorhandensein von Abfallstoffen nicht zum Ausdruck kommt. Diese Bezeichnungen sind keine absoluten, sondern nur relative. Ein Bacterium besteht, wie jede Zelle, aus Bioiden und Trophomigma. Für einen Leukocyten aber, der es umfliesst, wird es zu einem Bestandtheil seines Trophomigmas.

Derartige Anschauungen sind in der Biologie nichts Neues. Ob die „Humores" oder „Solida" das Lebendige sind, ist schon ein Streit der alten Biologen gewesen. Wenn der Streit hier für die Zelle wieder aufgenommen wird, so ist der Standpunkt, von dem aus wir in denselben eintreten, ein ganz anderer als der unserer Ahnen. Indem diese, durch die Sinneseindrücke getäuscht, annahmen, das Lebendige stehe ab initio in einem Gegensatz zu dem Leblosen, mussten sie bemüht sein, die Grenze zu finden, die Lebendiges von Leblosem scheidet. Wie aber, die wir meinen, Lebendiges wie Lebloses seien Theile derselben grossen Natur, alle ihre Theile aber genau denselben Kräften unterworfen, die wir in der Kenntniss vom Stoffwechsel, dauernd Lebendes sich in Lebloses und Lebloses sich in Lebendes wandeln sehen, die wir in der Kenntniss von der Erhaltung der Kraft und des Stoffes wissen, dass die verschiedenen Formen, die auftreten, nur der Ausdruck von Kräften sein können, wir sagen uns: Eine Grenze zwischen Lebendem und Leblosem giebt es nicht. Da wir aber die ganze Natur, selbst Theil derselben, als lebend nicht erfassen können, versuchen wir sie künstlich zu theilen. Die Frage lautet nicht: wo ist die Grenze? sondern: wie ziehen wir aus praktischen Gründen am besten eine Grenze?

Wenn Waldeyer bezüglich des lebendigen Theiles der Zelle schreibt: „Ich meinerseits zweifle nicht, dass auch der Interfilarmasse eine wichtige Rolle zufalle und dass letztere auch bei pathologischen Vorgängen wohl zu beachten sei . . .", so ist dem rücksichtslos zuzustimmen. Es lässt sich diese Anschauung direct als Stütze für die hier vorgetragenen Ansichten verwenden. Lebendiges kann ohne Nahrungsmaterial nicht leben und verändert sich das Nahrungsmaterial, so muss das Lebendige leiden, d. h. sich verändern oder untergehen. Einen präcisen Standpunkt, was in der Zelle lebt, hat der verehrte Autor mit seinem Ausspruch nicht eingenommen und sicherlich nicht einnehmen wollen. Wer aber die geformten Elemente der Zelle als Organe ansieht, wie es Viele thun, erkennt damit an, dass er sie für das Lebendige hält.

Organen muss Nährmaterial zur Verfügung stehen. Was sonst als die ungeformten Bestandtheile der Zelle soll dieses repräsentiren?

In ähnlichem Sinne wie Waldeyer entscheidet sich His, indem er meint, dass die geformten wie die ungeformten Substanzen in der Zelle ihre besonderen Aufgaben zu erfüllen haben. Dem zu widersprechen ist nicht angängig. Soll aber ein Versuch diese Aufgaben zu trennen nicht zu wagen sein? Reichen unsere Kenntnisse von der Zelle nicht zu dem Versuch? Fast will es scheinen, wir wissen von der Zelle eine solche unendliche Menge von Details, dass sie ein Einzelner nicht mehr beherrschen kann.

Gegen die Auffassung von den Bioiden als den wahrnehmbar geformten lebendigen Elementen der Zelle könnte eingewendet werden, dass der Begriff des Wahrnehmbaren etwas Subjectives ist. Was die Sinnesorgane, in diesem Falle das Auge, des Einen wahrnimmt, entgeht noch dem Auge des Anderen. Es kommt die Unmöglichkeit hinzu, die Bioiden mit blossem Auge sehen zu können. Wir müssen uns, um sie zu sehen, Hilfsmittel bedienen, indem wir sie einerseits sich von dem Protoplasma gut abheben, d. h. Licht absorbirender oder Licht brechender als dieses machen, andrerseits sie so stark vergrössern, dass sie ein Bild auf der Retina geben, gross genug, um percipirt zu werden. Mit Verbesserung der optischen Hilfsmittel wäre es denkbar, das, was wir jetzt als Bioiden ansehen, abermals in geformte und ungeformte Bestandtheile zu zerlegen. So ist wie der Begriff des Trophomigma auch der der Bioiden nur ein relativer. Darauf ist zweierlei zu entgegnen.

Einmal dürfte es bei Definition von biologischen Dingen überhaupt vortheilhafter sein, sich relativer als absoluter Definitionen zu bedienen. Denn da das Object, auf das sich die Definition bezieht, dauerndem Wandel in sich wie auch mit Rücksicht auf die anderen Dinge dieser Welt, den Beobachter eingeschlossen, unterliegt, dürfte es kaum denkbar sein, eine richtige Definition auf biologischem Gebiet zu finden, die dem Wechsel der Dinge nicht im Sinne oder Wort Ausdruck giebt.

Zweitens — diese Antwort auf den Einwurf ist viel wichtiger als die erste — schreckt die Annahme nicht, es könnte mit verbesserten Färbemethoden und vor Allem mit verbesserten optischen Hilfsmitteln gelingen, was wir heute als geformte Substanz beobachten, weiter in geformte und ungeformte zu zerlegen. Dann haben wir eben diese geformte Substanz als Bioiden und diese ungeformte wieder als Trophomigma anzusehen. Und sollte es abermals gelingen, diese Bioiden in geformte und ungeformte Massen zu zerlegen, so werden wir die neue geformte Materie als Bioiden, die ungeformte abermals als Trophomigma ansprechen und so fort! Wie und womit das enden soll, führt uns zu der Frage von dem Verhältniss der Kraft zum Stoff; die zu erörtern, ist nicht Aufgabe der Histologen.

Indem wir Bioid stets nur die geformte Masse nennen, die wir

sehen, kann der Begriff nie ein hypothetischer sein. Er unterscheidet sich also ganz scharf von den hypothetisch zusammengesetzten Atomen HAECKEL's, den Plastidulen, wie auch von den sehr complicirt aufgebauten Protoplasmamolekülen, an die z. B. STRASBURGER glaubt, wie auch von den Einheiten anderer Forscher. Wir bauen nicht das Bioid mit einer hypothetischen Einheit auf, weil das „Leben“ etwas Unmaterielles ist, für das es eine Stoffeinheit nicht geben kann. Die Stoffe, an denen wir die Eigenschaft des Lebens wahrnehmen, sind Stoffe, wie sie überall in der Natur in einfacherer Combination vorkommen. Wir müssen sie also den Gesetzen unterworfen betrachten, denen sie überall unterliegen. Unter dem Begriff „Bioid“ soll nichts Stoffliches verstanden werden, nur eine Form. Da wir aber uns eine Form ohne Stoff nicht vorstellen können, werden die Bioiden stets mit dem Begriff der lebendigen Substanz zusammenfallen.

FLEMMING lehnt es ab, sich dem Vorschlage v. KUPFFER's anzuschliessen, nach welchem Protoplasma allein die Fädensubstanz in den Zellen, die Nebensubstanz aber Paraplasma genannt werden soll. In der Voraussetzung, dass das Leben allgemein als an das Protoplasma geknüpft betrachtet würde, schreibt er: „Da wir doch das Leben nicht anders auffassen können, wie als ein Spiel von physikalisch-chemischen Vorgängen, so ist nicht einzusehen, weshalb man in der Zelle dieses Spiel grade allein an die geformten Fäden gebunden denken und der Zwischenmasse gar keinen Antheil daran zugestehen muss.“ Man versteht unter Leben nicht jedes Spiel von physikalisch-chemischen Vorgängen sondern ein ganz bestimmtes. Dieses ganz bestimmte Spiel muss an bestimmte Körper gebunden sein. Dass diese Körper, da sie bei dem Spiel theilweise zu Grunde gehen, irgend woher Ersatz haben müssen, ist selbstverständlich; sonst hört eben das Leben auf. Für die Ersatzstoffe muss aber irgend woher wieder Ersatz geschaffen werden und so weiter. Wenn man nun nachweisen kann, dass schon in der Zelle Ersatzstoffe vorhanden sind, so hat man kein Recht, wie FLEMMING will, den ganzen Zellenleib als das was lebt aufzufassen.

Ein anderer Grund noch bestimmt FLEMMING daran festzuhalten, dass das Leben an die ganze Zelle gebunden ist. Er meint jeden einzelnen seiner Filae könnte man wieder in geformte Substanz und durchtränkende Flüssigkeit zerlegen, und diese geformte Substanz wieder zerlegen etc. Man käme so schliesslich bei den chemischen Körpern an, ihren Molekülen und Atomen „bei der philosophischen Frage, ob man diese beseelt nennen solle oder nicht, und bei der Thatsache, dass die Worte „belebt“ und „unbelebt“ nichts weiter als Worte sind“. Wir verbinden aber mit diesen Worten ganz bestimmte Begriffe. So lange wir für ein Ding nachweisen können, dass der Begriff „belebt“ auf dasselbe passt, können wir es „lebendig“ nennen. „Lebendig“ bezeichnet für eine Substanz, einen Molekel, ein Atom nur einen Zustand, weil Leben

nur eine Bewegung ist. Molekel und Atom sind hypothetische Begriffe. Das Bioid ist ein sichtbarer Körper und zwar immer der kleinste sichtbar geformte Körper. Die Subjectivität des Begriffes „sichtbar“ ist bereits erwähnt worden.

Wenn v. Mohl mit dem Begriffe des Protoplasmas, wie es schon das Wort sagt, die Ursubstanz, die lebende Materie verstand und dieser Deutung des Wortes die meisten Autoren folgten, so kann man das nicht als einen Grund ansehen, an diesem Sinne des Wortes festzuhalten, sobald man erkannt hat, dass der gesammten ungeformten Materie der Zelle diese Bezeichnung nicht zukommt. Für den Kern haben bei seinem ausgesprochen differenten chemischen Verhalten die Biologen des letzten Decenniums mit Recht den Ausdruck Protoplasma nicht mehr gebraucht. Will man fernerhin die lebende Materie Protoplasma nennen, so muss man den morphologischen Begriff, der mit dem Worte verbunden ist, aufgeben. Unter Protoplasma den morphologischen Begriff mit dem biologischen zu vereinen geht nicht an. Es wäre am besten, das Wort überhaupt aufzugeben. Will man das nicht, so dürfte es gerathen sein, unter Protoplasma etwas Morphologisches, also die extranucleäre Substanz zu verstehen. Man ist sonst gezwungen, das Protoplasma überall in der Zelle zerstreut zu suchen. Diesen Kampf mit der Tradition aufzunehmen, dürfte ein zwingender Grund nicht vorliegen, da erfahrungsgemäss viel eher der ursprüngliche Sinn eines Wortes vergessen wird als der mit ihm später verbundene Begriff.

Bei der hier gewünschten Auffassung des Protoplasmas als Zelle minus Kern und fremden Bestandtheilen kann die Frage, ob Protoplasma fest oder flüssig sei, nicht discutirt werden, da es dann aus mehr festen und mehr flüssigen Stoffen besteht, von denen jene lebende Materie, diese Nahrungsmaterial und Abfallstoffe vorstellen. Es ist schon einmal darauf aufmerksam gemacht, wie es nicht angeht, in der Zelle eine scharfe physiologische Grenze zwischen lebender und todter Materie zu ziehen, da diese Stoffe nothwendigerweise ineinander dauernd übergehen müssen. Aber auch die Zelle muss nothwendigerweise dauernd Stoffe aufnehmen und abgeben. Wünscht man also die ganze Zelle als das Lebendige zu betrachten, so ist es auch sehr schwer zu sagen, wann die Stoffe, die in sie eintreten, anfangen und wann die Stoffe, die aus ihr austreten, aufhören zu leben. Morphologisch lässt sich hier die Grenze finden, sie mag mit der Zellgrenze zusammengelegt werden. Dass diese morphologische Grenze aber nicht mit der biologischen zusammenfällt, ist ohne Weiteres klar.

Will man als lebende Substanz das ganze Protoplasma auffassen, so hat der Streit über den Aggregatzustand desselben, der dauernd mehr und minder intensiv geführt wurde, keinen rechten Boden. Dass diese Substanz fliessen kann, lehrt vielfach der Augenschein. Dass diese Sub-

stanz feste Körper enthält, ist reichlich bewiesen. Ihre Flüssigkeit wie überhaupt ihr Aggregatzustand kann nur von dem Verhältniss der flüssigen zu den festen Bestandtheilen abhängen. Ueberwiegen die flüssigen Stoffe stark, so ist sie flüssig, überwiegen sie wenig, dickflüssig. Ueberwiegen die festen Bestandtheile, so wird bei ihrer ungemein feinen Vertheilung der Zustand ein gelatinöser sein. Ob diese feinen Bestandtheile waben- oder netzartig sind, ist dabei irrelevant. Die minimalen Capillarräume — Bütschli berechnet den Durchmesser seiner Waben auf 1 μ und darunter — oder die beim Netz partiell umrandeten Lücken werden die Flüssigkeit festhalten.

Wir haben einerseits Thatsachen zur Stütze unserer Anschauungen gesucht und gefunden, andrerseits sind wir in der Lage, durch unsere Anschauungen Thatsachen zu erklären. Wie Luciani treffend bemerkt, liegt eine wirklich wissenschaftliche Erklärung über den Tod durch Verhungern nicht vor, da beim Eintritt des Hungertodes stets dem Thiere noch reichliches Fleisch, öfter auch Fettmaterial als Nahrung zur Verfügung steht. Voit erklärt dies dadurch, dass die Stoffzersetzung zu gering ist, um die nöthige Wärme und die nöthige Kraft für Athmung und Herzthätigkeit zu liefern. Luciani ist wie Richet der Ansicht, das Leben bleibe solange erhalten, solange das Centralnervensystem als Regulirungssystem des Stoff- und Kraftwechsels arbeitet. Nach unseren Anschauungen stirbt die Zelle, wenn die im Protoplasma enthaltenen geformten Elemente verhungern, d. h. in dem Protoplasma nicht mehr genügend ungeformtes Material vorhanden ist, von dem das geformte leben kann. Unter den restirenden 55 % Gewicht des verhungerten Individuums können wir die vorhandenen Eiweisskörper in den lebenswichtigen Zellen nur als geformte Substanz erwarten. Die ungeformte Nahrungssubstanz in diesen Zellen haben wir uns als ein Gemisch von Wasser, Salzen, Fetten und Umsatzproducten der geformten Substanz vorzustellen. Von solchen Stoffen kann die thierische Zelle nicht leben. Sie braucht Eiweiss.

Nach Flemming's Beobachtungen verlaufen beim Warmblüter begonnene Kerntheilungen im absterbenden Gewebe zunächst noch weiter und „wenn die Energie der Processe gross genug war“ führen sie zu vollständigen Kerntheilungen. Was ist ein absterbendes Gewebe? Das Gewebe ist aus Zellen zusammengesetzt. Also ist absterbendes Gewebe = absterbende Zellen. Flemming sagt, was er unter absterbendem Gewebe meint: „ich verstehe darunter sowohl abgeschnittene Theile lebender Körper als solche Körper, die zwar „lebend“ unter das Mikroskop gebracht aber behufs der Beobachtung irgendwie unter verschlechterte Ernährungs- und Lebensbedingungen gesetzt sind“. Also ist das Absterben nur ein modificirtes Leben. „Wenn die Energie der Processe gross genug war“ kann nur bedeuten: wenn genug Nahrungsmaterial vorhanden war. Denn die Energie des Lebensprocesses ist kinetische

Energie, hervorgegangen aus potentieller Energie, die in Form von Nahrungsmaterial dem Organismus zugeführt wird. Die Beobachtungen Flemming's wurden von vielen Autoren bestätigt, so von Ribbert, Hammer.

Hammer hat aus der Larve von Salamandra maculata Stücke des Kiemenknorpels, ferner das Kiemenblattepithel, das Epithel der Mylohyoidplatte ausgeschnitten und in physiologischer Kochsalzlösung beobachtet. Er konnte in diesen ausgeschnittenen Zellen das Fortschreiten der Theilungen noch 5 Stunden lang beobachten. Es durchliefen etliche Zellen in diesem Zeitraum sämmtliche Stadien vom Spirem bis zur vollkommenen Zelltheilung. Woher kommt diesen ausgeschnittenen Zellen, speciell geformten Elementen des Kerns, das Material zur Entfaltung ihrer kinetischen Energie? Aus der Kochsalzlösung sicher nicht. Denn eine Kochsalzlösung reicht zur Ernährung einer thierischen Zelle nicht aus. So müssen wir annehmen, dass in der Zelle die geformten Elemente auf Kosten der ungeformten leben. Den Chromosomen wird wohl Niemand das Leben absprechen wollen. Also sind die geformten Elemente das Lebende.

Es könnte die Frage aufgeworfen werden, wie die Bioiden von event. geformten Bestandtheilen des Trophomigmas zu unterscheiden sind. Für einzelne Fälle mag dies sehr schwer sein. Im Allgemeinen können wir sagen, dass die in den einzelnen Zellarten gesetzmässig gelagerten, gegesetzmässig geformten und gesetzmässig reagirenden Körper Bioiden sind. Wir wollen dabei nicht vergessen: das biologische Gesetz muss dem steten Wandel der lebenden Materie berücksichtigen.

Die extranucleären Kernsubstanzen in den Nervenzellen scheinen niemals ganz ungeformt zu sein. Denn wo sie als Wolken auftreten, finden sie sich meistens auch als sehr feine Körnchen, sodass die Vermuthung, jene Wolken beständen auch aus einzelnen Körnchen, nur gelänge es uns nicht, dieselben ihrer Kleinheit wegen noch zu unterscheiden, nicht abzuweisen ist. Wo diese extranucleären Kernsubstanzen ungeformt sind, da ist auch offenbar der Kern nicht mehr als scharfes Gebilde zu unterscheiden, Kern und Protoplasma gehen ineinander über, alle Formen sind aufgelöst. Dieser Körper lebt nicht mehr.

Die extranucleären Kernsubstanzen sind als rudimentäre Bioiden des Protoplasmas und des Kerns aufzufassen. Sie treten zu kleinen Körnern geformt in den Kern ein, also als fertige Kernbioiden. Dafür spricht ihr Vorkommen in der Kernmembran. Die Bioiden der Nervenzelle müssen als Organe rudimentär sein, weil in Folge ihrer Entstehung diese ganze Zelle ein rudimentärer Organismus ist. Dass die extranucleären geformten Massen der Nervenzelle keine vollgiltigen Organe sind, dafür spricht allein schon ihr Uebertritt in den Kern und somit die Möglichkeit sie rücksichtlich dieses als ein Trophomigma aufzufassen.

Capitel 4.
Vom Kern.

Nachdem man in den letzten Jahrzehnten beobachtet hat, dass der Kern in den verschiedenen Zellarten ganz verschieden geformt und gelagert ist, in den einen als massiver, in anderen als bläschenförmiger, in anderen als vacuolenhaltiger Körper in der Mitte des Protoplasmas, in anderen als fein vertheilte punktförmige Substanz überall zerstreut im Protoplasma liegt, dass er mitunter wurstförmig, auch astartig, auch rosenkranzförmig ist, nachdem man ferner gelernt hatte, dass der Kern physiologisch seine Form ändert, lässt sich irgend eine morphologische Definition für den Kern nicht mehr geben. Unter der physiologischen Aenderung der Kernform ist nicht nur die bei seiner Vermehrung eintretende zu verstehen, sondern auch die bei vielen Kernen nachweisbaren amöboiden Bewegungen, sowie das partielle Schwinden und Wiederkommen resp. die wechselnde Vertheilung der chromatischen Substanz. So hat z. B. Frank Schwarz für die Pflanzen nachgewiesen, dass in allen Geweben die Grösse des Zellkerns nach der Theilung anfangs zu und später wieder abnimmt und auch die Tinctionsfähigkeit je nach dem Alter wesentlich differirt.

Da der Kern sich chemisch und in Folge davon optisch vom Protoplasma gut unterscheidet, können wir ihn durch diese beiden Eigenschaften im Gegensatz zum Protoplasma definiren. Das Verdienst, eine derartige Definition zuerst aufgestellt zu haben, gebührt R. Hertwig, der schon 1876 in dem ersten Hauptsatze seiner einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen schreibt: „Das Wichtigste am Kern und das für ihn Characteristische ist die „Kernsubstanz“, ein Eiweisskörper, — — —“

Der Kern besteht wie das Protoplasma aus geformten und ungeformten Substanzen. Wir kennen in ihm ein feines Fadengerüst, das Karyomitom Flemming's. Dieses besteht aus dem Chromatin und dem schwerer zu färbenden Linin Fr. Schwarz's oder Plastin, wie es Zacharias nennt. Wir sehen den Fäden den von Miescher als Nuclein bezeichneten Stoff aufgelagert, bald mehr zu runden Körnchen geformt, bald mehr als continuirliche Masse, wir kennen weiter kleine, sich chemisch different verhaltende Kügelchen zwischen den Fäden, die Kernkörperchen. F. Reinke beschreibt relativ grosse, überall in dem Kern zerstreute Körper, die er Oedematinkugeln nennt. Bütschli sieht sein Wabenwerk sich auf den Kern fortsetzen, Korschelt neben den grossen Chromatinkörpern zahlreiche feine Körner im Kern. Solche feine Chromatinvertheilung im Kern sieht auch Schmitz, während sie Flemming leugnet, indem er das Chromatin nie anders denn als Fadengebilde trifft.

Nach STRASBURGER wird der ruhende Zellkern der Pflanzen aus „Nucleoplasma“ aufgebaut, in dem zwei Substanzen zu unterscheiden sind, die tingirbare Nucleo-Mikrosomen-Substanz und die sich mit specifischen Kernfärbungsmitteln nicht tingirende Nucleo-Hyaloplasma-Substanz. Das Nucleo-Hyaloplasma bildet einen einzigen Faden, der ohne Ende in sich zurückläuft. In diesem ist die Nucleo-Mikrosomen-Substanz als kleine Körnchen regelmässig eingelagert.

ZIMMERMANN ist im Anschluss an FLEMMING's Mittheilungen über den Kern an thierischen Zellen der Meinung, dass, sicherlich bei höheren Pflanzen, im Kern chromatinhaltige Gerüste existiren, allerdings nur in jugendlichen Zellen. Bei älteren Zellen seien sie nicht nachweisbar, wohl aber finden sich in diesen granuläre Structuren. SCHLATER beschreibt den Kern der Leberzelle als aus Waben und Körnern zusammengesetzt und spricht diese, soweit sie aus Chromatin bestehen, für selbstständige Lebewesen an. WALDEYER sieht mit F. REINKE den Kern in gleicher Art wie das Protoplasma als pseudowabig an. Die hyaline Grundsubstanz, das „Karyolinin“, enthalte dreierlei verschiedene Granula, nämlich die REINKE'schen Oedematinkörner, die HEIDENHAIN-schen Oxychromatin- oder Lanthaninkörnchen und Chromatingranula. Ob es überhaupt vollkommen homogene Kerne giebt, wie sie R. HERTWIG für manche freilebende und embryonale Zellen annimmt, dürfte VERWORN mit Recht anzweifeln.

Auch die Nucleoli sind schon weiter morphologisch zerlegt worden. Der Hauptnucleolus in den Eiern vieler Thiere besteht nach den Untersuchungen von LEYDIG, O. HERTWIG, HESSLING, FLEMMING u. A. aus zwei deutlich optisch und chemisch differenten Substanzen, deren eine die andere concentrisch umgiebt. Diese Trennung in zwei Stoffe zeigen, wie sich dann herausstellte, viele Nucleoli. HERTWIG schlägt für sie die Bezeichnungen Nuclein und Paranuclein vor. Auch der SCHRÖN-schen Nucleololi ist hier zu gedenken, FROMMANN beschreibt in den Kernkörperchen Körnchen und Fäden, kurz, auch in diesen kleinen Körpern finden sich geformte und ungeformte Bestandtheile. Nach vielen neueren Untersuchungen (CARNOY, HEIDENHAIN) haben wir allen Grund, die Nucleoli als verschieden zu bewerthende Körper anzusehen.

Sehr complicirte morphologische Verhältnisse des ruhenden Kerns sind ferner von AUERBACH, VAN BENEDEN, EIMER u. A. beschrieben worden. ALTMANN findet seine Granula auch im Kern. Die ungeformte Substanz des Kerns, das „Paralinin“ von SCHWARZ, bezeichnet man wohl am besten mit O. HERTWIG als „Kernsaft“. Es finden sich in demselben noch Gebilde heterogener Natur wie Stärkekörner, Fetttropfen, Krystalle etc. Diese Gebilde stimmen chemisch und morphologisch ganz mit solchen überein, wie sie im Protoplasma vorhanden sind und werden deshalb nicht mit Unrecht diesem als physiologisch

gleichwerthig anzunehmen sein. Versuche, die Existenz geformter Materie im Kern zu negiren, haben einen dauernden Erfolg nicht gehabt.

Da der Kern in der hungernden Zelle im gleichen Verhältniss kleiner wird wie die ganze Zelle, also auch wie das Protoplasma, da dieses Zelle minus Kern ist, so muss auch der Kern neben der lebendigen Materie Nahrungsstoffe enthalten. Aus den gleichen Gründen wie beim Protoplasma, einem wohl berechtigten Analogieschluss, sehen wir auch im Kern als lebendige Substanz das Geformte, als Nahrungsmaterial aber das Ungeformte an. Für die Annahme, im Kern sei die geformte Substanz die lebendige, sprechen mit grossem Nachdruck die dauernden morphologischen Wandlungen, welche diese zeigen. Abgesehen von den manifesten Veränderungen, welche Bioiden des Kerns bei der Theilung erleiden, haben Flemming und namentlich O. Hertwig, Born, Holl, Rückert u. A. durch ausgezeichnet feine Untersuchungen auch am ruhenden Kern Veränderungen der Chromatingebilde nachgewiesen.

Wir sind uns darüber wieder klar, dass die lebendigen, wahrnehmbar geformten Substanzen des Kerns, die Bioiden, indem sie leben, Stoffe aufnehmen, umsetzen und ausscheiden, in Folge davon das Trophomigma des Kerns seinerseits wie das Trophomigma des Protoplasmas neben den Nahrungsstoffen Abfallstoffe enthalten muss.

Die auffallenden und regelmässigen Veränderungen, welche der Kern bei der Theilung der Zelle, der einzigen bisher festgestellten Fortpflanzungsart derselben durchmacht, hat neben manchen anderen Erwägungen viele Forscher den Kern als das Befruchtungsorgan der Zelle ansehen lassen. Diese Anschauung wurde zuerst durch Naegeli rücksichtlich seines Idioplasma ausgesprochen, das er aber auch im Protoplasma annimmt, am energischsten durch Weismann, Strasburger und namentlich O. Hertwig vertreten. Dieser, der durch die Entdeckung der Kernverschmelzung bei der Befruchtung eines der grössten Geheimnisse der Natur enthüllte, fasst seine Ansichten prägnant in dem Satze von der Befruchtungstheorie. Er lautet: „Die Befruchtung beruht auf der Copulation zweier Zellkerne, die von einer männlichen und einer weiblichen Zelle abstammen.“

Einen directen Beweis dafür, welch einzige Bedeutung der Kern für die Fortpflanzung besitzt, kann man in folgender von Boveri festgestellter und unwidersprochener Thatsache sehen: Das sich theilende Ascaris-Ei zeigt in jedem Furchungsstadium immer nur eine Zelle mit den Chromatinverhältnissen, die dem ungefurchten Ei eigenthümlich sind. Die Reihe dieser Zellen stellt die Geschlechtszellenfolge vor.

Eine Befruchtung ist zur Fortpflanzung stets nothwendig und ist bei allen Lebewesen mit Ausnahme der niedrigsten Organismen, so der Spaltpilze, nachgewiesen worden. Eine directe Befruchtung des gebärenden Organismus ist nicht nothwendig. Bei den sog. Zeugungs-

kreisen genügt die Befruchtung eines Organismus, um Generationen mit den nöthigen zweierlei Keimstoffen zu versehen.

Gegen die Auffassung vom Kern als Organ, von dem die Fortpflanzung der Zelle abhängig sei, sind verschiedene Bedenken geltend gemacht worden. Es existiren Beobachtungen an Thieren und Pflanzen, dass es wohl zur Kerntheilung aber nicht zur Zelltheilung kommt, d. h. dass die Fortpflanzungsorgane arbeiten, ein neues Individuum aber, da die Zelle sich nicht theilt, angeblich nicht geboren würde. Diese Anschauung beruht auf einem Irrthum.

Ob sich das Protoplasma theilt, ist nebensächlich. Es ergiebt sich dies sofort, wenn wir an die Syncytien denken. In ihnen vermehren sich zwar die Kerne gesetz- und regelmässig, zu einer Theilung des Protoplasmas kommt es aber nicht. Man wird nicht umhin können, jeden neugeborenen Kern als zu einer Zelle gehörig anzusehen. Wie weit man diese in dem confluirenden Protoplasma abgrenzen will und ob man sie optisch abgrenzen kann, ist ohne Belang. Dass man sie räumlich abgrenzen kann, lehrt jeder Versuch; denn wie man auch quantitativ Protoplasma mit einem Kern aus einem Syncytion abtrennt, man hat stets eine complete Zelle mit Selbsterhaltungs- und Fortpflanzungsfähigkeit. Eine Reihe anderer Beobachtungen über Theilung des Kerns ohne Theilung des Protoplasmas stammen von pathologischem Material, entweder natürlich pathologischem, wie die an einem Pilze, dem Lagenidium syncytiorum erkrankten Oedogonium-Fäden Klebahn's oder künstlich pathologischem. Nach Demoor geht die Kerntheilung bei Tradescantia virginica bei Sauerstoffmangel ungestört vor sich, aber die Tochterkerne hängen durch achromatische Fäden miteinander zusammen, eine Scheidewand bildet sich nicht. Die sehr sinnreich angestellten Versuche von O. und R. Hertwig zeigen, wie in durch Temperatur oder Gifte krankgemachten Eiern resp. Theilen solcher statt normalerweise ein Spermatozoon mehrere eindringen, sich weiter umbilden, aber nicht Veranlassung zur Theilung der Zelle in eine entsprechende Anzahl Tochterzellen werden. Ebenso konnte Loeb und Driesch durch Aenderung des Meereswassers an Salzgehalt beobachten, wie die Kerntheilung fortschritt, die Zelltheilung aber unterblieb. Es sind derartige Experimente in grösserer Zahl angestellt worden.

Theilung des Kerns an und für sich ist keine Fortpflanzung. Unter Fortpflanzung muss man die Entstehung eines dem mütterlichen gleichen Organismus aus dem mütterlichen Organismus verstehen. Ob dieser sich von dem mütterlichen trennt, ist Nebensache. Sehr treffend bemerkt diesbezüglich O. Hertwig: „Wenn in einer Zelle die Kernsubstanz durch den complicirten Process der Kernsegmentirung in zwei gleiche Hälften zerlegt worden und wieder in den Ruhestand zweier Bläschen übergegangen ist, dann ist die Zelltheilung der Hauptsache

nach beendet und es ist von einer mehr nebensächlichen Bedeutung, ob an die Kerntheilung sich noch die Zerlegung des Protoplasmakörpers sofort oder einige Zeit später oder gar nicht anschliesst.“

STRASBURGER behauptet, das Cytoplasma — mit diesem Namen bezeichnet er das Zellplasma im Gegensatz zum Kernplasma — rege die Vorgänge der indirecten Kerntheilung an; daher beherrsche der Zellkern nicht die Zelltheilung. Die Richtigkeit seiner Anschauung beweise die gleichzeitige Theilung der Zellkerne in vielkernigen höheren Pflanzen und die häufig, z. B. bei Spirogyra, festzustellende Ansammlung von Cytoplasma um den Zellkern vor Beginn der Kerntheilung. Unter Anerkennung der Thatsachen kann man der Deutung widersprechen. Es kommt zu einer Kerntheilung, wenn der Kern sich in einem bestimmten Zustand befindet. Dieser Zustand muss von dem Cytoplasma abhängig sein, da sich in ihm diejenigen Bioiden befinden, die ein in bestimmter Weise verarbeitetes Nahrungsmaterial dem Kern übergeben. In diesem Sinne also, aber nur in diesem Sinne, kann man sagen, das Cytoplasma rege die Vorgänge der Kerntheilung an oder beherrsche sie. Die Möglichkeit dieses Gedankenganges scheint auch STRASBURGER nicht entgangen zu sein. Man darf dies wohl aus dem Satze schliessen: „Die Zunahme des Hyaloplasmas in den anwachsenden Tochterkernen erweckt aber die Vorstellung, dass es dieses ist, das aus dem Cytoplasma als Nahrung dem Zellkern zugeführt wird.“ Was diese Ansammlung von Cytoplasma um den Zellkern vor Beginn der Kerntheilung betrifft, so liesse sich weiter wohl denken, dass wir den Beginn der Kerntheilung zu bestimmen nicht in der Lage sind, weil die ersten diesbezüglichen Veränderungen an dem Kern sich morphologisch nicht scharf feststellen lassen. Es liesse sich auch denken, der Kern sei in einem bestimmten Zustand nicht in der Lage, mehr von dem Trophomigma, das die Protoplasma-Bioiden an ihn liefern, aufzunehmen, daher komme es zu einer Stauung desselben um den Kern und in Folge davon zur Kerntheilung. Aber auch in diesem Falle kann man nicht sagen, das Cytoplasma beherrsche die Kerntheilung. In der Natur ist jede Erscheinung Consequenz einer anderen. So kann man die Causalität bis ins Unendliche ausdehnen. Wenn der Kern sich theilt, müssen wir den Grund dafür in Kräften suchen, die auf ihn wirken. Dass diese sich in das Cytoplasma verlegen lassen, ist bei der Abhängigkeit des Kerns rücksichtlich seiner Ernährung von diesem klar. Man muss gegen die Auffassung STRASBURGER's um so mehr opponiren, als er ganz im Gegensatz zur indirecten Kerntheilung bei der directen das Cytoplasma ohne Einfluss auf die Theilungsvorgänge sein lässt. Ganz abgesehen davon, dass man nach den derzeitigen Kenntnissen nicht berechtigt sein dürfte, scharf zwischen directer und indirecter Kerntheilung zu unterscheiden, fällt es recht schwer, den fundamentalsten Vorgang in der Natur als von verschiedenen Factoren abhängig anzusehen. Bedenkt

man ferner, dass die thierische Samenzelle durchaus nicht immer ihr ganzes Protoplasma mit in die Eizelle nimmt und der Furchungskern Product der Verschmelzung des Ei- und Samenkerns ist, so wird man nicht umhin können, ein Beherrschen der Zelltheilung durch die Kerntheilung anzunehmen.

Als Hauptgrund dafür, „dass bei der Mitose die Kerne die wesentlichste und Hauptrolle spielen", führt v. Kölliker die Thatsache an, „dass in vielen Fällen die Mitosen ganz und gar innerhalb der geschlossenen Kernmembran ablaufen" und betont dann weiter, man müsse doch bei der Bedeutung des Kerns für die Vererbung und Formbildung das primum movens der Zelltheilung auch in ihm suchen. Beide Motive veranlassen den Senior der deutschen Anatomen die Hypothese Rabl's zurückzuweisen, nach der durch eine Contraction geformter Bestandtheile der Zelle zunächst sich das Polkörperchen und die Attractionssphäre in zwei Hälften theilen und im Anschluss daran eine Theilung der Spindelfaser und dann die Längsspaltung der chromatischen Fäden zu Stande kommt.

Zelltheilung folgt zeitlich stets der Kerntheilung. In einer Uebersicht über die Furchung des Wirbelthiereies findet sich bei Sobotta: „Wie bei jeder Zelltheilung, so geht auch bei der Theilung des Eies, der Furchung, der Zelltheilung eine Kerntheilung voraus und zwar ausnahmslos eine indirecte. Nie kann die Zelltheilung der Kerntheilung vorausgehen, wohl aber kann die erstere der letzteren nachhinken." Wenn wir für gewöhnlich sehen, wie sich an jede Kerntheilung regelmässig eine Zelltheilung anschliesst, so müssen wir diese als Folge jener ansprechen.

An eine Zelltheilung ohne Kerntheilung, wie sie Strasburger für die Sporenmutterzellen eines Mooses (Anthoceros) und Makrosporenmutterzellen von Isoëtes berichtet, kann man nicht glauben, schon aus dem Grunde nicht, weil Theile eines Zellkörpers ohne Kern nicht lebensfähig sind. Bei diesen Pflanzenzellen liegt nach Strasburger's Schilderung neben dem Kern ein protoplasmatischer, stärkeführender, farbloser oder grün gefärbter Körper, den er als Chromatophor anspricht. Die Theilung soll ohne alle Hülfe des Zellkerns stattfinden und von der Theilung des Chromatophors abhängen. Ist dies der Fall und sondert sich ein Theil des Zellkörpers + $1/2$ Chromatophor ab, so handelt es sich nicht um Zelltheilung im Sinne der Vermehrung, der Fortpflanzung. Aus welchen Gründen derartige, wie es scheint, ungeheuer seltene Separation von Chromatophoren aus einem Zellorganismus vorkommt, ist nicht zu sagen. Die Verschmelzung, Fortpflanzung dieser Zellen geschieht übrigens, wie auch Strasburger berichtet, schliesslich mittelst Kern- + Protoplasmatheilung.

Einen weiteren Grund gegen die Annahme des Kerns als Fortpflanzungsorgan scheint man darin sehen zu müssen, dass die Samen-

zelle stets der Eizelle nicht nur Kernsubstanz, sondern auch Protoplasma zuführt. Also sei auch dieses für die Fortpflanzung nothwendig. Dem ist vor Allem entgegen zu halten, dass das Eindringen des ganzen, der Samenzelle eigenen Protoplasmas mit in die Eizelle durchaus nicht Regel ist. Die Samenzelle besteht fast stets aus Kopf, Mittelstück und Schwanz. Die grösste Menge ihres Protoplasmas stellt der Schwanz vor. In die Eizelle dringen aber öfter nur Kopf und Mittelstück ein, von denen dieses sich vor den Kopf dreht und zum Centrosom wird. Wäre das Protoplasma bei der Fortpflanzung von Wichtigkeit, so wäre nicht zu verstehen, weshalb sich mitunter die Samenzelle beim Eindringen in das Ei dieses Materials zum Theil entledigte. In seiner Zusammenfassung von den Kenntnissen über die Reifung und Befruchtung des Wirbelthiereies schreibt SOBOTTA: „Der Schwanzfaden, soweit er mit eingedrungen war . . . . ." Wenn der ganz ausnahmsweise central orientirte Kern des ganz ausnahmsweise kegelartig geformten Samenkörpers von Ascaris megalocephala sein gesammtes Protoplasma mit in die Eizelle schleppt, so kann man daraus nicht die Nothwendigkeit des Protoplasmas für die Fortpflanzung folgern. Von höchstem Interesse ist, dass gerade für das Ei von Ascaris megalocephala mit Rücksicht auf die Riesenbildungen durch Verschmelzung einzelner Eier ZUR STRASSEN den Satz aufstellt: „dass die Quantität des Protoplasma bei Ascaris ohne Einfluss auf den Gang der Entwicklung ist". Dies wäre unerklärlich, spielte das Protoplasma bei der Bildung eines neuen Organismus eine dem Kern gleichwerthige Rolle.

Es sind ferner Fortpflanzungsvorgänge bei einzelligen Lebewesen bekannt, bei denen unzweifelhaft nur Theile des Kerns der einen Zelle in die andere eindringen und nicht die Zellen als Ganzes verschmelzen. Wo die zur Fortpflanzung nothwendigen Theile des einen Organismus direct in die andere Zelle eindringen können, ohne irgend welches andere Medium zu passiren, liegt eine Nothwendigkeit dafür, dass die Kernsubstanz mit Protoplasmasubstanz vergesellschaftet sei, nicht vor, weil im Protoplasma der weiblichen Zelle sofort Nahrung und Ernährungsorgane gefunden werden. Stellt der Kern die Erbmasse vor, so muss er, falls diese einen grösseren Weg zurückzulegen hat, ehe sie auf die weibliche Zelle stösst, Protoplasma mit auf den Weg nehmen, weil der Kern ohne Protoplasma nicht leben kann. Aus der Thatsache also, dass die männliche Fortpflanzungsmasse mit Protoplasma gepaart auftritt, kann die Nothwendigkeit des Protoplasmas für die Vererbung nicht erschlossen werden. Hingegen muss aus ihr geschlossen werden: Die männliche Erbmasse passirt andere Medien, ehe sie zur weiblichen Fortpflanzungszelle stösst. Je weiter der Weg ist und je schwieriger, bis sie zu dieser stösst, desto bessere Mitgift an Protoplasma und Protoplasma-

Bioiden muss sie bekommen. Unter Umständen werden diese nicht nur Ernährungs-, sondern auch Bewegungsorgane sein müssen. Daher die häufigen Cilien und Geisseln der väterlichen Fortpflanzungszelle!

Die Befruchtung einzelliger Individuen, nämlich Infusorien, ist sehr fein durch MAUPAS und dann durch R. HERTWIG studirt worden. Zwei Thiere legen sich mit den Mundöffnungen aneinander. In der Umgebung derselben findet eine Verwachsung statt. Durch diese Verwachsung hindurch tauschen die beiderseitigen Kerne, nachdem sie sehr erhebliche, morphologische Veränderungen durchgemacht haben, bestimmte kleine Theile, nämlich je die Hälfte einer der vier Kernspindeln aus. Diese Hälften verschmelzen mit den fremden Hälften und wachsen schnell. Während die Thiere sich trennen, gehen die alten Kernreste völlig zu Grunde. Nichts beweist, dass in jedem der beiden Individuen nach der Copulation ein anderes Protoplasma vorhanden ist als vorher. Aber jedes hat eine andere Kernsubstanz, indem es einen Theil der fremden Kernsubstanz sicher aufgenommen hat. Wenn nun diese Individuen die ihnen vorher verloren gegangene Fähigkeit, sich zu vermehren, plötzlich in starker Weise wieder zeigen, so müsste man den Thatsachen Gewalt anthun, wollte man leugnen, dass diese Fähigkeit Folge des Austausches von Kernmaterial sei. Ist dies der Fall, so ist der Kern das Fortpflanzungsorgan.

H. HOYER, der gleichfalls sehr eingehend die Conjugation eines Infusoriums, nämlich Colpidium colpoda, studirte, beschreibt die Befruchtungsvorgänge ganz ähnlich. Der Mikronucleus vergrössert sich, bildet Chromosome, theilt sich zweimal hintereinander; drei der neuen Kerne gehen zu Grunde, der vierte theilt sich abermals und wandert zur Hälfte zum Makronucleus hin, zur Hälfte aber durch ein Septum in das Nachbarthier.

Auch SIEDLECKI, der die Fortpflanzung eines Coccidiums, nämlich Adelea ovata, die sich in den Darmepithelzellen von LITHOBIUS findet, sehr genau beschreibt, weiss nur von dem Eindringen eines Mikrogameten zu berichten. Die anderen drei Mikrogameten und das Protoplasma des Mikrogametocyten gehen ausserhalb des weiblichen Thieres, diesem dicht anliegend, zu Grunde. Prägnant ist die Beschreibung FAIRCHILD's für den Befruchtungsvorgang bei einem Algenpilz, Basidiobolus ranarum. Zwei Nachbarzellen des Mycels, die Gameten, wachsen an der Scheidungswand zu einem schnabelartigen Fortsatz aus, in dem die hineingewanderten Kerne sich theilen. Die peripheren Tochterkerne bleiben im Fortsatz und gehen dort zu Grunde, von den centralen wandert der eine durch ein Loch in der Basis jener schnabelartigen Fortsätze in den anderen Gameten und copulirt sich mit dem dortigen Kern. Also immer nur Ueberwandern des Kerns! Von einer Vermischung des Protoplasmas haben alle diese Autoren nichts zu berichten.

Verworn glaubt dem Kern „eine nähere Antheilnahme“ an der Verdauung der Nahrungsmassen zusprechen zu müssen, weil u. A. nach den Beobachtungen der Miss Greenwood bei Vorticellinen speciell Carchesium die eingeführten Nahrungsmassen längere Zeit in der dem Zellinnern zugewandten Concavität des wurstförmigen Zellkerns liegen bleiben, bevor sie wieder durch den Zellmund ausgeworfen werden. Darauf ist zu entgegnen: Der Kern muss aus dem aufgenommenen Nahrungsstoffe irgend welche Substanzen direct oder indirect sich assimiliren. Dadurch lebt er. Ihm aus dem erwähnten Verhalten der Nahrungsmassen „eine nähere Antheilnahme“ zuzuschreiben, geht nicht an, weil sich der Aufenthalt der Nahrungsmassen an der betreffenden Stelle rein mechanisch anders erklären lässt. Diese Stelle ist nämlich identisch mit derjenigen, an welcher die Nahrungsmassen im Innern der Zelle eine Richtung einschlagen, die gerade umgekehrt zu der ist, die sie bis dahin hatten. Man muss nun, falls die die Nahrung bewegenden Kräfte überall in derselben Zelle die gleichen sind, nach den Beharrungsgesetzen bewegter Massen eine Stauung an der Stelle erwarten, wo die Richtung der Bewegung umgekehrt wird. Zu der Annahme, dass die Kräfte, welche die Nahrung im Innern der Zelle bewegen, an verschiedenen Stellen verschieden stark seien, haben wir ohne Weiteres keine Berechtigung. Es kommt dazu, dass die aus mechanischen Gründen geforderte Stauung einen schönen, prägnanten Ausdruck in der Linie findet, welche nach Greenwood den Weg der Nahrung bezeichnet. Beobachtet man diese Linie auf umstehender Abbildung, so findet man an der Stelle, an der der Umschlag der Richtung stattfindet, eine kleine, rückläufige Schleife. Ihre Existenz erklärt gut die an diesem Orte nothwendigerweise entstehende Stauung. Diese Erklärung ist auch, wie es scheint, die einzig mögliche.

In Pflanzenzellen liegt der Kern zweifellos sehr häufig an den Stellen, wo die lebhaftesten Stoffwechselvorgänge stattfinden. Auf diese Thatsache hat wohl zuerst Hanstein aufmerksam gemacht. Haberlandt, der sie dann eingehend studirte, findet in sich entwickelnden Zellen den Kern „in grösserer oder geringerer Nähe derjenigen Stelle, an welcher das Wachsthum am lebhaftesten vor sich geht oder am längsten andauert“. So liegt der Kern in den Epidermiszellen von Aloë verrucosa dort, wo sich die Zellwand nach aussen verdickt, in der Anlage der Wurzelhaare der Keimwurzel von Pisum sativum an der Stelle, wo durch Spitzenwachsthum diese Anlage entsteht, in den Haarzellen des Laubblattes von Bryonia dioica dort, wo die eigenthümlichen Verdickungen der Zellwände stattfinden. Haberlandt meint: „Ist mehr als eine Stelle im Wachsthum bevorzugt, so nimmt der Kern eine solche centrale Lage ein, dass er von den Orten ausgiebigsten Wachsthums ungefähr gleich weit entfernt ist.“ Das Wesentlichste ist: „In der ausgebildeten Zelle behält der Kern seine frühere Lage nur in der kleineren

Anzahl der Fälle bei. Gewöhnlich verlässt er den in der wachsenden Zelle innegehabten Platz und zeigt dann zumeist eine unbestimmte, in einzelnen Fällen jedoch aufs Neue eine bestimmte Lagerung."

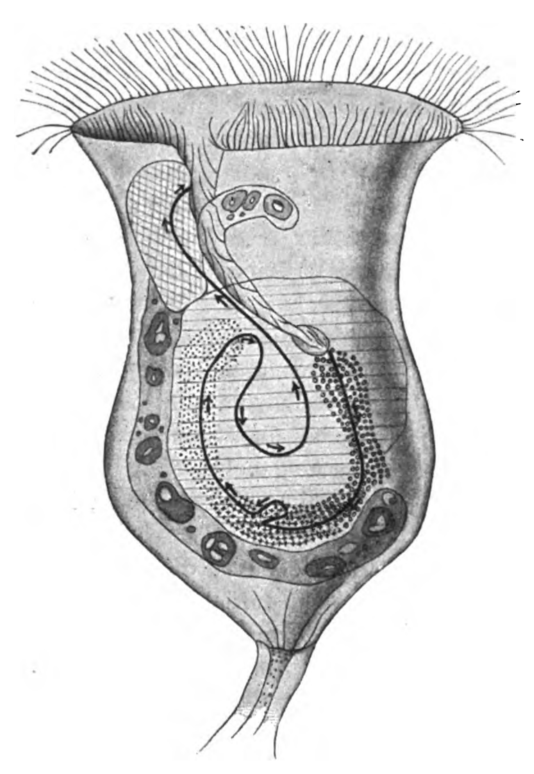


Fig. 7.
Weg der Nahrung in Carchesium polypinum. Nach GREENWOOD.

Der Kern muss zum Stoffwechsel in innigen Beziehungen stehen. Ist derselbe an einer Stelle besonders lebhaft, so wird der Kern durch chemische und mechanische Kräfte dorthin gezogen. Ist er überall ziemlich gleich, so wird der Kern überall hin gleich angezogen und bleibt central. Gegen den Kern als Fortpflanzungsorgan beweist das nichts. Das bemerkt übrigens auch HABERLANDT ausdrücklich, indem er auf einem Umweg über die Idioplasmatheorie NÄGELI's den Satz formulirt: „Die Lage des Kerns in sich entwickelnden Pflanzenzellen steht in der Regel in Uebereinstimmung mit der Function des Zellkerns als Träger des die Entwickelung beherrschenden Idioplasmas."

KORSCHELT, der für thierische Zellen ähnliche Beobachtungen machte, zeigte, wie in den Ovarialeiern von Dytiscus marginalis und etlicher anderer Arthropoden sowie auch Coelenteraten der Kern dem in das Ei eindringenden Nährmaterial entgegen wandert und sogar pseudopodienartige Spitzen demselben entgegenstreckt, ferner, dass bei

gewissen Chitin secernirenden Zellen etlicher Rhynchoten der Kern nach dem Orte der Ausscheidung Pseudopodien entsendet. Auch Weismann machte darauf aufmerksam, wie die Bewegungen an dem vorderen und hinteren Polkern bei Schlupfwespen bei reichlicher Ernährung lebhafter werden.

Der Kern muss, da er lebt, einen Stoffwechsel haben. Seine Stoffe und gewisse Nahrungsstoffe müssen sich anziehen. Wenn er seinen Ort aufgiebt und den Nahrungsstoffen entgegen wandert, so müssen seine Substanzen leichter als die Nahrungssubstanzen — anderenfalls würden diese auf ihn zuwandern — und die ihn am Orte fixirenden Kräfte geringer als die Anziehungskraft zwischen ihm und dem Nährmaterial sein. Streckt er dem Nährmaterial Pseudopodien entgegen, so muss der Verband seiner Stoffe geringer als die Anziehungskraft zwischen ihm und dem Nährmaterial sein. Etwas anderes ist in diesem Verhalten des Kerns nicht zu sehen. Gegen seine Eigenschaft als Fortpflanzungsorgan beweist es nichts.

Wenn verschiedentlich der Zellkern nicht am Orte des ausgiebigsten Wachsthums beobachtet wird, so darf man nicht vergessen, dass seine Bewegung nicht nur von der Anziehung abhängt, die auf ihn ausgeübt oder von einer Bewegung, mit der er mitgerissen wird, sondern dass seine Ortsveränderung die Bilanz darstellt der ihn vom Orte fortziehenden und der ihn am Orte fixirenden Kräfte. Diese können natürlich auch chemischer wie mechanischer Natur sein. Es geschieht eben auf dieser Welt nichts aus einem Grunde. Wir werden darauf noch oft zurückkommen.

Die Angaben Lily Huie's, das Chromatin in dem Kern der Drüsenzellen von Drosera rotundifolia, einer fleischfressenden Pflanze, forme sich bei der Ernährung resp. Verdauung zu acht V-förmigen Segmenten um, ist sehr interessant, beweist auch innige Antheilnahme des Kerns an dem Stoffwechsel der Zelle, die von keiner Seite geleugnet wird, beweist aber nichts gegen die Auffassung des Kerns als Fortpflanzungsorgan. Segmentirung ist in erster Reihe Folge einer Befruchtung und führt zur Theilung d. h. Fortpflanzung. Führt Ernährung zur Segmentirung, wozu dann die Befruchtung? Und führt Segmentirung nicht zur Theilung, wozu dann Segmentirung? Selbstverständlich ist die Segmentirung Ausdruck erhöhter Thätigkeit des Kerns, selbstverständlich ist der Kern nicht unabhängig von der Ernährung der Zelle. Wer aber die Segmentirung nicht als durch Befruchtung verursacht und als Fortpflanzungserscheinung auffasst, begeht denselben Fehler wie Jemand, der als Grund für das Platzen eines mit Gas gefüllten Ballons das Gas ansieht und nicht den Druck, unter dem es steht.

Da einerseits Spitzer der Nachweis gelungen zu sein scheint, dass die Oxydationsfermente in Gewebsextracten in die Gruppe der Nucleoproteide fallen, andererseits Mac Allum Eisen in den Chromatinen des

Kerns gefunden hat und erfahrungsgemäss Eisensalze katalytisch für Oxydation günstig sind, kann man Loeb die Berechtigung nicht absprechen, den Kern als ein für die Oxydation wichtiges Organ anzusehen. Gegen die Auffassung vom Kern als Fortpflanzungsorgan beweist das nichts, da wir uns darüber klar waren, dass der Kern auch als Fortpflanzungsorgan in sehr innigen Beziehungen zum Stoffwechsel der Zelle stehen muss. Dass der Kern allein für die Oxydation der Zelle sorgt, kann wohl als ausgeschlossen gelten. So ist nach Rhumbler nicht unwahrscheinlich, dass sogar gewöhnliches Hühnereiweiss sich unter Oxydation verdichtet.

Es sei ein hochinteressantes Experiment Verworn's an Orbitoteles complanatus erwähnt. Degeneriren künstlich kernlos gemachte Massen, so kommt ein Stadium, in dem das Protoplasma mit so geringer Kraft centrifugal strömt, dass Pseudopodien nicht mehr gebildet werden. Näherte man solch einem pathologischen Thierstück ein gesundes Thier, so erreichte es bald mit seinen Pseudopodien die Protoplasmakugel und haftete an ihr fest. Bald begann die Kugel an der Haftstelle sich hervorzubuchten und ihre Substanz floss auf das Pseudopodium über und zwar stets, auch wenn das Pseudopodium die Kugel nur seitlich berührte, in centripetaler Richtung. Dieses Ueberfliessen geschah lebhaft bis sehr energisch. Diese Erscheinung ins Physikalische übersetzt heisst: In den Protoplasmabioiden resp. in dem Trophomigma kernloser degenerirender Protoplasmastücke wird eine Substanz aufgespeichert, zwischen der und dem Kern sehr lebhafte Anziehung vorhanden ist. Da die Bioiden auf den Kern zuströmen, sind sie leichter resp. weniger am Orte fixirt als dieser. Wir müssen weiter annehmen, dass nach Abgabe dieser Substanz an den Kern die ihrer ledigen Bioiden von Stoffen der Aussenwelt angezogen werden.

Die Ansicht Verworn's, nach welcher der Kern ein integrirendes Glied im Stoffwechselkreislauf der Zelle ist, kann nicht bestritten werden. Da der Kern ganz ebenso wie das Protoplasma lebt und zum Begriffe des Lebens nothwendig Stoffwechsel gehört, muss er Stoffe aufnehmen und ausscheiden. Für das Protoplasma kann es nicht gleichgiltig sein, ob gewisse Stoffe, die es abgiebt, vom Kern aufgenommen werden oder nicht, wie es andererseits ein tiefer Eingriff in seinen normalen Bestand sein muss, wenn es gewisse Stoffe vom Kern nicht erhält. Aus diesen ganz nothwendigen Wechselbeziehungen allein kann man schon die Unmöglichkeit einer längeren Existenz des Protoplasmas ohne Kern oder des Kerns ohne Protoplasma schliessen. Die Theilungsversuche beweisen es evident. Die Behauptung etwa, gewisse Stoffe, die das kernfreie Protoplasma liefert, könnte es ebenso gut mit wie ohne Kern nach aussen abgeben, da es ja unzweifelhaft, wie es die Secretionszellen sehr deutlich zeigen, Stoffe nach aussen abstösst, ist nicht haltbar. Wir können die Abgabe von Producten des Protoplasmas

an den Kern nicht anders als auf wechselseitiger Anziehung dieser Stoffe und gewisser Kernsubstanzen beruhend auffassen. Mit dem Kern fällt auch diese Anziehung fort. Daher bleiben diese Stoffe mehr und weniger innig dem Protoplasma beigemischt. Wenn nun selbst ein Theil dieser von den Protoplasmabioiden verbrauchten Materien mit anderen verbrauchten Stoffen ausgeschieden wird, bleibt noch ein Theil zurück, der das den Bioiden zur Verfügung stehende Trophomigma zu ihren Ungunsten beeinflusst. Die Bioiden produciren weiter den betreffenden Stoff; so muss sich diese ungünstige Beeinflussung mehr und mehr steigern.

Aus der Thatsache, dass der Kern an dem Stoffwechsel der Zelle innig betheiligt ist, schliessen zu wollen, er sei nicht das Fortpflanzungsorgan, ist gleichberechtigt dem Schluss, der Hoden ist kein Fortpflanzungsorgan, weil nach seiner Exstirpation das gesammte Individuum Veränderungen zeigt. Diese Veränderungen können ihren Grund in letzter Instanz nur im veränderten Stoffwechsel haben, folglich sei der Hoden ein Stoffwechselorgan. Es wird wohl aber Niemand dem Hoden seine Qualität als Fortpflanzungsorgan absprechen wollen. J e d e s O r g a n h a t m i t d e m S t o f f w e c h s e l i n n i g e B e z i e h u n g e n. D i e s e B e z i e h u n g e n ü b e r h a u p t n u r e r k l ä r e n s e i n e E x i s t e n z. E i n O r g a n, d a s n u r d e r F o r t p f l a n z u n g d i e n t e, m i t d e m O r g a n i s m u s i m U e b r i g e n a b e r n i c h t i n d e n i n n i g s t e n B e z i e h u n g e n s t ä n d e, i s t u n d e n k b a r. E i n O r g a n k a n n n u r m i t R ü c k s i c h t a u f d e n O r g a n i s m u s, d e m e s a n g e h ö r t, e x i s t i r e n. N u r d i e D i e n s t e, d i e e s d i e s e m l e i s t e t, e r k l ä r e n s e i n e n A u f e n t h a l t u n d V e r b l e i b i n d i e s e m. Würde der Zellkern wie der Hoden nicht dem Organismus, dem sie angehören, bestimmte Zwecke erfüllen, so wäre ihr Verbleib in ihm nicht zu erklären. Die Theile, die der Hoden nach aussen abgiebt, das Sperma, müssen relativ unwichtige Theile für den Träger des Hodens sein oder man kommt zu den Ideen GOETTE's und muss den Tod als eine Folge der Fortpflanzung erklären. Will man dies nicht, so müsste man die Existenz des Hodens durch die Nothwendigkeit der Erhaltung der Art deuten. Diese Nothwendigkeit hat mit dem Organismus als solchem gar nichts zu thun, da für ihn die Erhaltung der Art irrelevant ist.

Unzweifelhaft hat VERWORN Recht mit dem Satz: „Kern und Protoplasma sind beide an dem Stoffwechsel der ganzen Zelle betheiligt und für sein Bestehen unentbehrlich“ — nicht anzuerkennen ist aber der Satz: „Was sich vererbt, ist die für jeden Organismus eigenthümliche Art des Stoffwechsels.“ Wäre dies der Fall, so müsste entweder in der väterlichen und mütterlichen Keimzelle ein absolut gleicher Stoffwechsel stattfinden, was durch die Existenz von Bastarden, durch die Züge, die das Kind von Vater und Mutter trägt, widerlegt wird, oder in der befruchteten Zelle finden zwei verschiedene Arten Stoffwechsel statt. Da

nun die befruchtete Zelle sich weiter und weiter theilt, ihre Nachkommen wieder befruchtet werden, so müssten dann in den Abkömmlingen dieser Zelle zwei verschiedene Stoffwechselarten existiren. Jede Zelle ist weiter Ahne eines grossen Geschlechts. So müssten schliesslich in jeder Zelle unendlich verschiedene Arten Stoffwechsel stattfinden. Diese Vorstellung ist sehr schwer. Nimmt man aber die geformten Elemente des Kerns als die Erbmasse an und legt man den Nachdruck auf die Form, so eröffnet sich leicht ein Verständniss für die Thatsache der Vererbung. Es soll dies zu erklären in einem besonderen Abschnitt versucht werden (s. Cap. 13).

Ein gleicher Gedankengang wie bei Verworn findet sich bei Huppert. Aus der Thatsache, dass bei den verschiedenen Thieren verschiedene Eiweisskörper und zwar für die betreffende Thierart typische und somit charakteristische vorkommen, muss der Verfasser, will er sie als Fundament für die Vererbung verwerthen, drei Schlüsse ziehen. 1. Jedes Individuum hat seine ihm specifische chemische Eigenart. 2. Diese chemische Eigenart bleibt ihm sein ganzes Leben lang erhalten. 3. Alle Formen sind Ausdruck chemischer Eigenart. Für 1. fehlt es bisher an Beweisen. Gegen 2. sprechen sehr die Untersuchungen von Mathews und dann von Jensen. Nach Mathews unterscheidet sich das Chromatin der Spermazellen sehr erheblich von dem der späteren Zellen. Jensen constatirte ein verschiedenes Verhalten zweier Foraminiferenarten in verschiedenen Altersstufen gegen Verschmelzungsversuche und gegen abgeschnittene Pseudopodien der anderen Art. Er schliesst daraus mit Recht, dass die chemischen Vorgänge in den Individuen sich ändern. Ad 3 ist zu bemerken, dass wir chemisch absolut gleiche Substanzen in demselben Aggregatzustand kennen, die ein ganz verschiedenes Aussehen, ganz verschiedene Form darbieten.

Jede Fortpflanzung ist Theilung des sich fortpflanzenden Organismus. Besteht dieser nur aus einer Zelle, so muss das neu entstehende Individuum Protoplasma + Kern des elterlichen Individuums darstellen, denn dieses kann nicht ohne jenes und jenes nicht ohne dieses leben. Den Kern allein kann das elterliche Individuum nicht abstossen. Damit ginge es selbst zu Grunde. Es wäre keine Fortpflanzung, wenn nicht mindestens zwei Individuen statt eines vorhanden sind. Zur Fortpflanzung gehört Befruchtung. Diese muss bei einzelligen Lebewesen durch ganze oder partielle Verschmelzung zweier Individuen zu Stande kommen. Würde sich das einzellige, befruchtete, also elterliche Individuum nur ein Mal teilen, so wäre das keine Fortpflanzung. Denn es gäbe dann nur statt der beiden alten Individuen zwei neue. Das wäre nur eine Umlagerung der Stoffe, keine Vermehrung. Desshalb muss das elterliche Individuum die Fähigkeit haben, sich mehrfach zu theilen. Elterlicher und kindlicher Organismus sind aber nur relative Begriffe, da jeder elterliche ein kindlicher ist. Jeder Organismus muss sich mehrfach

fortpflanzen können und jeder aus der Fortpflanzung hervorgehende Organismus hat seinerseits die Fähigkeit, sich mehrfach fortzupflanzen. Ob er dabei eine Hälfte, $^{1}/_{8}$, $^{1}/_{100}$, $^{1}/_{1000}$ oder $^{1}/_{1000000}$ abgiebt, ist nebensächlich. Was er abgiebt, muss immer eine ganze Zelle mit Kern und Protoplasma sein. Nur diese kann leben. Daraus aber den Schluss zu ziehen, dass Kern und Protoplasma Träger der Vererbungssubstanz sind, geht nicht an. Liegen wie bei Paarung der Infusorien die Verhältnisse so, dass bei blosser Abgabe von Kernsubstanz dieser sofort die Möglichkeit zu leben geboten wird, indem sie durch eine Protoplasmabrücke von Zelle zu Zelle tritt, so findet eine Abgabe von Protoplasma nicht statt.

Die Versuche Boveri's, nach denen die Zwerglarven von Seeigeln, durch Befruchtung künstlich kernloser Eistücke mit Sperma einer anderen Form gezogen, die Form, von dem das Sperma stammte, zeigten, beweisen nichts für den Kern als Fortpflanzungsorgan und nichts gegen ihn, weil das Spermatozoon eine vollständige Zelle, also Kern und Protoplasma ist. Wer die Fortpflanzung an die Uebertragung beider geknüpft betrachten will, kann dieses Experiment ebenso für sich deuten wie derjenige, der die Fortpflanzung an den Kern gebunden erachtet. Der Eine stützt sich auf das Vorhandensein von Kern und Protoplasma in der väterlichen Keimzelle, der Andere auf den Mangel des Kerns in der mütterlichen.

Haacke meint, man könne dem Protoplasma Antheil an der Vererbung nicht absprechen, weil, selbst wenn die Chromatingebilde Träger der Vererbung wären, doch noch zu untersuchen sei, ob nicht das Protoplasma einen bestimmten Einfluss auf die Form des Organismus habe, der sich in der Eizelle entwickelt. Das Protoplasma hat ganz sicher einen bestimmten Einfluss auf die Chromatingebilde. Aber Temperatur und Nahrungsmaterial, allgemeiner die physikalischen und chemischen Kräfte, unter denen die das Vererbungsmaterial führende Zelle, sowie das eventuell aus Zellen zusammengesetzte Individuum lebt, sie sind alle bestimmend für die Chromatingebilde.

Es wird von dem Kern weiter angenommen, er sei zum Zustandekommen der Bewegung der Zelle nothwendig. Dies ist nach den Beschreibungen aller Autoren, die mit kernlosem Protoplasma experimentirt haben, ein Irrthum. Ein amputirtes kernloses Pseudopodium reagirt auf Reize genau in derselben Art wie das ganze Thier, bewegt sich ihm ganz gleich. Dass die Reizfähigkeit und Bewegungsfähigkeit nach mehr oder weniger geraumer Zeit aufhört, ist selbstverständlich. Das ist ja nichts weiter als eine Umschreibung der Worte: Kernloses Protoplasma stirbt. Wenn Hofer die eine gewisse Zeit hindurch noch vorhandenen Bewegungen kernloser Theilstücke von A m o e b a P r o t e u s als Nachwirkung des Zellkerns hält, diesem aber einen „directen Einfluss auf die Bewegung des Protoplasmas“ zuschreibt, so ist das ein Widerspruch.

Es dürfte nicht angehen, einem Körper einen directen Einfluss zuzusprechen und diesen Einfluss nach Entfernung des Körpers fortbestehen zu lassen.

Auch zur Coordination der Bewegung trägt der Kern nichts bei, wie VERWORN sehr fein an den Flimmern der ciliaten Infusorien nachgewiesen hat.

Man hat auch den Kern als den Sitz der sog. psychischen Functionen aufzufassen versucht. Was man auch darunter verstehen mag, es muss das Adjectivum „psychisch“ einen Gegensatz zu physisch bedeuten. Da wir aber alle Erscheinungen, die an der Zelle zu beobachten sind, als Reaction auf Kräfte ansehen können, die von aussen auf die Zelle wirken, also als physikalische Erscheinungen, so ist nicht recht einzusehen, was auf psychische Einflüsse zurückzuführen sei. Aus demselben Grunde hätte etwa die Anwendung des FECHNER'schen Begriffes der Psychophysik auf die Zelle keinen Zweck. Denn wo nichts von Psyche d. h. von Erscheinungen, die ohne nachweisbare äussere Einwirkung von Kräften existiren, zu beobachten ist, fehlt die Veranlassung, eine Brücke zwischen psychischen und physikalischen Vorgängen zu schlagen.

Ist somit einerseits die Nothwendigkeit eine Psyche für die Zelle anzunehmen nicht vorhanden, so ist andererseits diese Annahme auch unmöglich. Indem alle unsere Experimente an der Zelle darauf hin zielen, Kräfte, die wir auf die Zelle wirken lassen, zu beobachten und diese Beobachtungen auf Grund unserer naturwissenschaftlichen Kenntnisse zu deuten, nehmen wir die Zelle als ganzes wie in ihren Theilen als dem Wirken der Kräfte, über die wir gebieten, unterworfen an. Hätte die Zelle also eine Seele, so nehmen wir auch diese als den physikalischen Kräfte unterworfen an. Das ist aber dann keine Seele mehr!

Wenn EIMER die Zellkerne als „Nerven-Centralorgane“ anspricht, so führte ihn „zu dieser Ansicht zunächst die grosse Rolle, welche die Kerne im Nervensystem überall spielen. Sie sind in den Nervenzellen der wesentlichste Theil, nicht das Plasma; dieses dient nur der Leitung. Daher auch die ausserordentliche Grösse der Kerne in den Ganglienzellen aller Thiere mit irgend höher ausgebildetem Nervensystem.“ Es geht nicht an, diese ungemein tief in unsere bisherigen Anschauungen eingreifende Begründung ohne Weiteres hinzunehmen, zumal sie EIMER nur durch den Hinweis auf das Verhalten der Fibrillen in den Nervenzellen von Medusen und im Gehirn der Weinbergsschnecke zu stützen versucht. Einerseits besteht das „Plasma“ noch aus mehr als blos den Fibrillen, ferner erklärt sich die Grösse dieser Zellkerne in einfacher Weise aus ihrer Entstehung. Die weiteren Gründe EIMER's für seine Behauptung kommen sämmtlich auf Beobachtungen hinaus, nach denen

die Kerne miteinander durch Fasern in directer Verbindung ständen resp. Fasern in den Kernen endigen. Wenn der Zellkern ein „Nerven-Centralorgan" sein soll, müssen Nerven da sein. So kommt EIMER zur Nothwendigkeit, Fadennetze im Kern und in der Zelle als nervös anzusehen, wo aber solche Fadennetze nicht vorhanden sind, „Plasmabahnen" anzunehmen! Auf den Werth des Kerns der Nervenzelle soll im Uebrigen am Schlusse dieses Capitels zurückgekommen werden.

Es liegt, wie NAEGELI in seiner mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre scharf logisch entwickelt, eine Nothwendigkeit vor, in den Keimzellen zwei verschiedene Arten Protoplasma anzunehmen, eine Art, welche in der Ei- und Samenzelle in gleichen Quantitäten vorhanden, der Träger der erblichen Eigenschaften ist „Idioplasma" und eine, welche Ernährungszwecken dient, das „Ernährungsplasma". O. HERTWIG, der das vorhandene Thatsachenmaterial rücksichtlich dieser Hypothese am tiefsten durchdenkt, spricht den Kern als den Träger der erblichen Eigenschaften an und zwar indem er folgende fünf Gesichtspunkte geltend macht: „1. die Aequivalens der männlichen und weiblichen Erbmasse, 2. die gleichwerthige Vertheilung der sich vermehrenden Erbmasse auf die aus dem befruchteten Ei hervorgehenden Zellen, 3. die Verhütung der Summirung der Erbmasse, 4. die Isotropie des Protoplasmas," 5. die Zerlegung des Dottermaterials in Zellen ist Folge der Kerntheilung.

ad 1. Das Kind erhält von Vater und Mutter gleich viel Erbmasse; wenigstens spricht absolut nichts dafür, dass Vater oder Mutter verschieden viel beisteuern. Die entsprechenden väterlichen und mütterlichen Fortpflanzungszellen sind vielfach ungemein verschieden gross, quantitativ gleich in ihnen sind nur die Kernsubstanzen. Folglich stellen sie die Erbmasse vor.

ad 2. Die Erbmasse muss gleichmässig vertheilt sein. Anderenfalls wäre der Vorgang der Regeneration unerklärbar. Er ist nur erklärbar, wenn jede Zelle Erbmasse enthält. Das Gleichmässige in den Zellen ist der Kern. Bedenkt man weiter, wie dieser bei der Theilung stets in zwei gleiche Hälften für die Mutter- und Tochterzelle zerlegt wird, so kann man die Erbmasse nur im Kern suchen.

ad 3. Bei jeder Fortpflanzung durch Befruchtung verdoppelt sich das Volumen der Erbmasse. Indem immer und immer wieder Befruchtung eintritt, müsste die Erbmasse sich dauernd bis ins Ungemessene vergrössern. Da dies nicht der Fall sein kann, muss irgend wie eine Reduction der Erbmasse eintreten. Wir sehen einerseits, wie bei der Reductionstheilung der Ei- und Samenmutterzelle die Kernmasse in den vier Zellen im zweiten Gliede nur die Hälfte der Kernmasse einer gewöhnlichen Zelle enthält und wie andererseits, so bei Closterium, die aus der Theilung des befruchteten Kerns hervorgehenden zwei Kerne sofort wieder ohne Ruhestadium sich theilen. Das für die Erbmasse

aufgestellte Postulat sehen wir also am Kern verwirklicht. Folglich enthält der Kern die Erbmasse.

ad 4. Die Isotropie d. h. die Gleichwerthigkeit jedes Bruchtheiles des Eies, sobald er nur den Zellkern enthält, ist experimentell festgestellt, da sich aus derartigen befruchteten Theilen vollständige Organismen entwickeln. Die Isotropie beweist den Sitz der Erbmasse im Kern.

Es ist nicht angängig, die hochinteressanten Befunde Iwanzoff's über das Verhalten unreifer Holothurien-Eier gegen Spermatozoen in dem Sinne zu deuten, dass der Kern ein Verdauungsorgan sei. Iwanzoff sah, wie derartige Eier pseudopodienartige Fortsätze in ihre äussere von Poren durchsetzte Gallerthülle gegen das Spermatozoon vorstrecken und es dann in sich hineinziehen. Haben sie ein Spermatozoon sich einverleibt, so nehmen sie an diesem Tage kein neues auf, wohl aber am nächsten. Die Köpfe des Spermatozoon gehen in den Zellkern und zerfallen in ihm. Ist das Ei gereift, so hätte der Kern, meint Iwanzoff, in Folge der Reductionsprocesse nicht mehr genügend Kraft, das aufgenommene Spermatozoon zu verdauen. Diese Deduction ist nur haltbar, wenn man den Reductionsprocess als die Hauptsache bei der Reifung des Eies ansieht, wenn man die durch denselben nothwendigerweise bewirkte Umlagerung der Chromatinfäden als nebensächlich erachtet und wenn man den Zerfall des Spermatozoonkopfes in Keimbläschen als einen Verdauungsprocess anspricht. Man kann aus den Versuchen Folgendes schliessen: Zwischen dem unreifen Ei und Spermatozoon findet Anziehung statt; ist ein Spermatozoonkopf in das Ei eingedrungen, so hört die Anziehung auf; die Anziehung muss vom Keimbläschen ausgehen; der Spermatozoonkopf zerfällt im Keimbläschen. Man kann nicht, wenn irgend welche geformte Substanz in irgend welche andere geformte geräth und dort zerfällt, von einem Verdauungsorgan sprechen. In dubio zerfällt jede geformte Substanz, wenn sie in eine andere geräth. Das aber ist das Phänomenale des Befruchtungsprocesses, dass sich hier zwei fremde Substanzen zu einheitlichem Wachsthum verbinden. Das kann nicht Resultat einer geschwächten Verdauung sein!

Ob der Kern von dem Protoplasma durch eine Membran getrennt ist oder nicht, ist histologisch von hohem Interesse, biologisch ebenso nebensächlich wie die Frage, ob die Zelle durch eine Membran gegen die Aussenwelt abgeschlossen ist. An dem Vorkommen einer Kernmembran ist übrigens auf Grund der Untersuchungen R. Hertwig's an Echinodermen-, Spinnen-Eiern, sowie der Flemming's an den Ovarialeiern junger Kaninchen nicht zu zweifeln. Ihr Vorhandensein aber als Regel anzusehen, liegt keine Veranlassung vor. Es kommt auch noch die Frage hinzu, ob die Kernmembran dem Kern oder dem ihn umgebenden Protoplasma angehört. Die letztgenannte Meinung hat Stras-

BURGER aus morphologischen Gründen sowie dem Umstand, dass die Kernwand bei der Theilung von der den Kern umgebenden Masse aufgenommen wird.

Wir können nicht umhin in dem Kern das Fortpflanzungsorgan zu suchen. Da Fortpflanzung Wachsthum ist, dieses die Thätigkeit der lebendigen Substanz vorstellt, wir als lebendige Substanz das Geformte ansehen, sind für uns die Bioiden des Kerns die Erbmasse. Da weiter die Zelle als Organismus auch Ernährungsorgane haben muss, können wir diese nur in den Bioiden des Protoplasmas sehen. Die Bioiden des Protoplasmas müssen das Trophomigma des Protoplasmas soweit verarbeiten, dass es als Trophomigma des Kerns den Bioiden dieses in einer leicht umsetzbaren Form geboten wird. Das ist dringend nothwendig; denn bei dem plötzlichen und sehr schnellen Wachsthum der Bioiden des Kerns können diese nicht auf schwer assimilirbare Stoffe stossen.

Der Kern der Nervenzelle ist kein Fortpflanzungsorgan. Der Kern der Nervenzelle ist das Verschmelzungsproduct ganzer Leukocytenkerne und zwar seiner Grösse nach häufig drei, vier oder mehr derartiger Kerne. Deshalb allein schon kann er sich nicht theilen. Eine Befruchtung kann nur zwischen zwei, nicht aber zwischen drei oder mehr Individuen stattfinden. Zwischen dem Kern und dem Protoplasma der Nervenzelle finden nicht die wechselseitigen Beziehungen statt, die wir von einer lebensfähigen Zelle verlangen müssen. Der Kern der Nervenzelle stirbt nach gewisser Zeit genau wie ein protoplasmafreier Kern. Diese Zeit müssen wir uns für den Nervenzellkern nicht gar zu kurz vorstellen, weil das Protoplasma der Nervenzelle Ersatzmaterial für den Kern zwar nicht schafft, aber fertig birgt. Könnte es Neues schaffen, so wird die Aufspeicherung von Kernmaterial in ihm zum Unsinn. Abgesehen von diesem negativen Beweis kann es dem Kern nichts leisten aus demselben Grunde, wie der Kern ihm nichts leistet, weil das Ganze kein Organismus ist.

Capitel 5.

Vom Trophomigma.

Das Trophomigma des Protoplasmas muss enthalten 1. die Nahrungsstoffe, von denen die Bioiden des Protoplasmas leben können, 2. diejenigen Stoffe, die von den Bioiden nicht verarbeitet werden, also die Abfallstoffe, 3. die Zerfallsproducte der Bioiden.

Unter den Nahrungstoffen müssen wir alle die Substanzen finden, die zur Erhaltung des Lebens nothwendig sind, vor allem also Sauerstoff, ferner im Trophomigma der Pflanzenzelle Wasser und anorganische Stoffe, im Trophomigma der Thierzelle vorzüglich Eiweiss, ferner Wasser und Mineralstoffe, eventuell Fette und Kohlehydrate. Die Unterschiede zwischen thierischer und pflanzlicher Zelle sind aber auch rücksichtlich der Nahrung nicht durchzuführen. Die Pilze, die zu den Pflanzen gerechnet werden, können in Folge Mangels von Chlorophyllkörnern die Kohlensäure der Luft nicht zu Kohlenstoff verarbeiten und müssen für diese Zwecke organische Stoffe aufnehmen.

Die Form, in der die Nahrungssubstanzen im Trophomigma vorhanden sind, kann eine sehr verschiedene sein. So werden wir in denjenigen einzelligen Lebewesen, die die Nahrung sich verschaffen, indem sie Körper mit ihrem Leibe umfliessen, ein sehr sonderbares Trophomigma erwarten dürfen. Es finden sich denn auch in den Amoeben Dinge wie Sandkörner, Diatomeenschalen, Algen, Bacterien und andere Einschlüsse. Sie stellen z. Th. die von den Bioiden noch nicht assimilirten, z. Th. die nicht assimilirungsfähigen Stoffe, also Abfallstoffe vor. Selbstredend sind die Bioiden nicht in der Lage, ein im Trophomigma befindliches Bacterium als solches zu verarbeiten. Durch seinen Aufenthalt im Trophomigma erleidet das Bacterium sehr erhebliche Veränderungen, wird, wie wir beobachten können, aufgelöst. Theile von ihm dienen dann den Bioiden zur Nahrung. Die Nahrungsstoffe im Trophomigma können zu der Auflösung des Bacteriums kaum etwas beitragen. Hauptsächlich wird diese eine Folge der Stoffe sein, die von den Bioiden abstammend im Trophomigma enthalten sind. Wir haben hier ein Verhältniss ganz gleich dem der Magendrüsen zum Mageninhalt. Das Product der Magendrüsen, das Pepsin, löst das Eiweiss des Mageninhalts. Das Eiweiss des Mageninhalts aber giebt auf grossen Umwegen den Magendrüsen erst die Möglichkeit, Pepsin zu produciren, da jede thierische Zelle zu ihrem Leben Eiweiss gebraucht.

Die Bioiden zerfallen dauernd und bauen sich, indem sie Theile des Trophomigmas assimiliren, dauernd wieder auf. Fassen wir den Begriff des Lebens wie wir wollen, untrennbar von ihm ist die Nothwendigkeit, dass Theile untergehen und wieder entstehen. Sind die Bioiden diejenigen Körper, an die das Leben geknüpft ist, so müssen sie in einem dauernden Werden und Vergehen sein. Da zu ihrer Restitution nichts als das Trophomigma zur Verfügung steht, müssen sie sich aus diesem wieder aufbauen. Wir werden in diesem aber auch, wie erwähnt, diejenigen Stoffe wiederfinden müssen, die aus dem Zerfall der Bioiden herrühren. Sind die Bioiden die lebendige Substanz und ist diese etwas stets Gleiches, so müssen sie stets dieselben Stoffe zu ihrem Aufbau verbrauchen, ihre Zerfallsproducte müssen also auch immer die gleichen sein. Dann beruht die Verschiedenheit der Zelle nur auf dem Tropho-

migma. Das muss sehr verschieden sein. Unter welch differenten Ernährungsbedingungen lebt die Leberzelle, die Nierenzelle, die weissen Blutkörperchen! Welch verschiedene Stoffe stehen den Bioiden der Fleischfresser und der Pflanzenfresser, welch verschiedene erst den Chlorophyllkörpern und den Bioiden der Pilze, der Bacterien zur Verfügung! —

So liegen die Dinge, wenn die lebendige Substanz stets dasselbe ist. Auf die Frage, ob wir diese Bedingung als richtig anzuerkennen Veranlassung oder zwingende Gründe haben, wird an anderer Stelle weiter eingegangen. Giebt es verschiedene Arten lebendiger Substanz, so werden die Bioiden verschiedener Zellen verschiedene Stoffe dem Trophomigma entnehmen, um ihre Verluste zu ersetzen. Dann ist die Differenz zwischen Zellen nicht nur in den Bestandtheilen ihres Trophomigmas, sondern auch in dem ihrer Bioiden begründet. Auf weitere Differenzen, die zwischen den Zellen als Folge der verschiedenen Bioidenformen existiren, sei hier nur hingewiesen.

Die einzelnen Bioiden des Protoplasmas werden rücksichtlich der Verarbeitung des Trophomigmas verschiedene Aufgaben haben. Dafür spricht der Umstand, dass sie chemisch different reagiren. Wollen wir die lebendige Substanz als etwas ewig Gleiches auffassen, so können wir die verschiedene chemische Reaction der verschiedenen Bioiden nur durch die verschiedenen Nahrungsstoffe erklären, mit denen sie beladen sind. Mit Nahrungsstoffen aber müssen sie beladen sein, denn diese umzusetzen ist ihre Aufgabe.

Es drängt sich nun sofort die Frage auf: Wenn die Bioiden die gleiche Substanz sind, weshalb verbinden sie sich dann mit differenten Stoffen? Die Antwort lautet: *Es liegt im Wesen der lebendigen Substanz, dass sie nur in dauernder Verbindung mit Nahrungsstoffen gedacht werden kann.* Es ist das Wesen der lebendigen Substanz, zu wachsen. Diese Fähigkeit kann sie nur in dauernder Verbindung mit Nahrung ausüben. Von dieser isolirt, hört sie auf, lebende Substanz zu sein. *Diejenigen Nahrungsstoffe, mit denen die lebende Substanz geboren wird, bestimmen ihre Fähigkeit zur Auswahl bestimmter Stoffe aus der Aussenwelt, indem diese Stoffe nicht an die lebendige Substanz, sondern an die jeweiligen Nahrungsstoffe dieser gebunden werden.* Wenn die neugeborene Leberzelle Galle, die neugeborene Speichelzelle Ptyalin producirt, so ist das als Eigenschaft der lebendigen Substanz nur cum grano salis zu verstehen. Die Nahrungsstoffe, mit denen die Bioiden der Leberzelle, der Speichelzelle geboren werden, binden Stoffe, aus denen die dauernd zerfallenden Bioiden sich wieder aufbauen. Da die gebundenen Stoffe verschieden sind, die Bioiden für sich aber gleiche Stoffe gebrauchen, bleibt in dem einen Falle Galle, in dem anderen Ptyalin als Gesammtproduct

der in dem Protoplasma der Leber- resp. Speichelzelle vorhandenen Bioiden. Galle aber wie Ptyalin wie alle Excrete — sie können für das Metazoon zu Secreten werden — muss die Zelle in irgend einer Form abgeben, da sie naturgemäss als Nahrungsmaterial für die betreffenden Bioiden nicht mehr zu gebrauchen sind. In den Zellen, in denen die Bioiden des Protoplasmas gleich reagiren, sind sie als gleichwertige Organe aufzufassen. In demselben Protoplasma verschieden reagirende Bioiden verarbeiten verschiedene Stoffe des Trophomigmas. Ihr Gesammtproduct stellt dann das spezifische Excret der Zelle dar. Im Einzelnen wird dieses Product sehr verschieden sein.

Wesentlich anders als das Trophomigma des Protoplasmas ist das des Kerns zu erwarten. Der Kern liegt mit seltenen Ausnahmen allseitig von Protoplasma umgeben. Die von aussen zum Protoplasma tretenden Stoffe müssen also die Bioiden dieses passirt haben, ehe sie an den Kern kommen. Da wir die Bioiden des Kerns als das Fortpflanzungsorgan anzusehen haben, d. h. dasjenige Organ, an dem unter Umständen das Wachsthum am energischsten vor sich geht, müssen wir von dem Trophomigma des Kerns eine sehr leichte Assimilirbarkeit erwarten. Wir können dabei nicht umhin, als sehr wahrscheinlich ein überall ziemlich gleiches Trophomigma des Kerns anzunehmen. Die Thatsache, dass die meisten Bioiden im Kern gleich reagiren, spricht dafür, dass sie mit ziemlich gleichen Nahrungsstoffen beladen sind. Sind sie aber gleich, so wird höchst wahrscheinlich auch das Nahrungsmaterial, das ihnen geboten wird, gleich sein.

Die dritte Substanz, die wir im Allgemeinen im Trophomigma finden, sind die Zerfallsproducte der Bioiden. Sie werden und zwar sowohl die der Bioiden des Protoplasmas als die der Bioiden des Kerns, unter den Excreten der Zelle sein.

Capitel 6.

Von der lebendigen Substanz und ihrem Verhältniss zur Zelle.

Wir haben bisher die Bioiden als die Träger des Lebens aufgefasst, müssten also die Substanz der Bioiden für die lebendige Substanz ansprechen. Dies wäre derselbe Trugschluss, der sehr häufig gemacht worden ist. Eine Substanz kann Träger des Lebens und selbst nicht lebendig sein. Fassen wir den Begriff des Lebens wie wir wollen, es wird in letzter Instanz immer eine Bewegung sein. Die Bewegung ist das Lebendige, nicht die Substanz, an die die Bewegung geknüpft ist. Substanz + Bewegung ist lebendig, Substanz — Bewegung

todt, also das Lebendige die Bewegung. Da man aber eine Bewegung nur an etwas Stoffliches gebunden sich denken kann, betrat man den falschen Weg und knüpfte den Begriff des Lebens an eine Substanz statt an eine Bewegung.

Welche Vorstellung auch immer von der sog. lebendigen Substanz vorhanden war, eine Eigenschaft und eine Fähigkeit musste ihr stets zugesprochen werden, die Eigenschaft, dauernd theilweise unterzugehen und die Fähigkeit, sich andere Stoffe zu assimiliren. Man schloss dies stets mit Recht aus der Bilanz zwischen Ausgaben und Einnahmen der lebendigen Substanz. Die hungernde lebendige Substanz stirbt, die reichlich ernährte wächst. Geht die lebendige Substanz dauernd theilweise unter, so muss sie dauernd von ihrer Fähigkeit, Stoffe zu assimiliren, Gebrauch machen. Wir halten den Begriff des Lebens undenkbar ohne Stoffwechsel. Es muss daher die lebendige Substanz stets, sagen wir allgemein, vergesellschaftet mit Substanzen auftreten, aus denen sie ihre Verluste ergänzen kann. Eine von diesen Nahrungsstoffen isolirt lebende Substanz ist undenkbar, weil sie mit dem Augenblicke der Isolirung die Möglichkeit verliert, ihre dauernden Verluste zu ergänzen. Mit dem Augenblick der Isolirung von dem Nahrungsmaterial hört die sogenannte lebendige Substanz auf lebendig zu sein.

Wir sind gezwungen, in den Bioiden zwei Substanzen anzunehmen. Da die eine nicht ohne die andere und die andere nicht ohne die eine lebt, muss zwischen ihnen beiden die Bewegung vor sich gehen, die wir Leben nennen. Um sich diese Bewegung vorstellen zu können, müssen wir die Bioiden als ein mechanisches Gemenge, nicht als eine chemische Verbindung ansehen. Wir müssen weiter als nothwendige Consequens annehmen, dass dauernd zwischen Theilen dieses Gemenges chemische Verbindungen geschlossen und diese Verbindungen als verbrauchte lebendige Substanz abgestossen werden. Indem die Bioiden immer mehr und mehr Stoffe anziehen, wachsen sie. Leben ist also diejenige Bewegung, durch welche eine Verbindung hergestellt wird, lebendige Substanz diejenigen Stoffe in den Bioiden, zwischen denen Verbindungen geschlossen werden. Eine Ruhe in den Bioiden anzunehmen, haben wir keine Veranlassung, da Ruhe und der Begriff des Lebens sich ausschliessen.

Wenn wir ferner von den Bioiden als von der lebendigen Substanz sprechen werden, soll nie vergessen sein, dass sie aus zwei Substanzen bestehen und dass das, was wir Leben nennen, weder an die eine noch an die andere derselben geknüpft ist, sondern an die Bewegungen zwischen ihnen.

Welcher Art können die beiden Substanzen in den Bioiden sein? Sie sind die Stoffe, durch deren Veränderung im Sinne von Verbindung und Abstossung dieser verbundenen Theile das, was wir Stoffwechsel nennen, zu Stande kommt. Den einen dieser Stoffe müssen wir uns in

den verschiedenen Bioiden als etwas verschiedenes vorstellen, abhängig von den am Orte des Lebens zur Verfügung stehenden Stoffen. Ob der andere ewig der gleiche oder auch verschieden ist, darüber lässt sich nur sagen, dass eine Nothwendigkeit, ihn stets als den gleichen anzunehmen, nicht vorliegt. Da das Leben nur eine Bewegung ist, könnte man sich sehr gut verschiedene Stoffe vorstellen, zwischen denen diese Bewegung stattfindet.

In den Bioiden des Pflanzenprotoplasmas, die hauptsächlich durch die Chlorophyllkörner repräsentirt werden, haben wir sicher den einen Stoff als Eiweiss anzunehmen und den anderen als aufgebaut aus Kohlensäure, Salzen und Wasser, da wir einerseits diese Bioiden als die das Nahrungsmaterial verarbeitenden ansehen, andrerseits wissen, dass die Pflanze ihren Körper aus Kohlensäure, Wasser und Salzen erhalten und fortpflanzen kann. Wir müssen also in diesen Bioiden, da wir den ungeformten Massen irgend welche Thätigkeit nicht zusprechen, einerseits das Nahrungsmaterial, andrerseits schon das Product aus diesem finden. Da wir ferner annahmen, dass dieses Product zum Aufbau der Bioiden des Kerns weiter gegeben wird, haben wir uns die Bioiden des Kerns der Pflanzenzelle zum Mindesten wieder aus e i n e m Eiweissstoffe aufgebaut zu denken. Nennen wir den anderen Stoff x. Ein diesem x gleicher oder ähnlicher muss in den Protoplasmabioiden der Thierzelle vorkommen, da diese von Eiweiss leben. Der andere Stoff in den Protoplasmabioiden der Thierzelle ist also ein Eiweiss. Das Product aus diesem und x, welches wir y nennen wollen, geht an die Kernbioiden der thierischen Zelle weiter und muss den einen Stoff dieser vorstellen. Dort stösst es auf einen Stoff x^1. Dass Eiweissstoffe in den Bioiden des Kerns vorkommen, wissen wir. Wir werden also y oder x^1 als ein Eiweiss anzusehen haben. Da aber biologisch, wie erörtert wurde, $y = x^1$ ist, wollen wir y als das Eiweiss annehmen. Es fehlt uns dann eine Vorstellung über x und x^1 d. h. diejenigen beiden Stoffe in den Kernbioiden, auf welche Eiweiss als Producte oder genauer Zerfallsproducte der Protoplasmabioiden stösst. Erinnern wir uns der merkwürdig übereinstimmenden Reaction der geformten Kernsubstanz im Thier- und Pflanzenreich, erinnern wir uns daran, dass der andere Stoff von x und x^1 immer ein Eiweiss ist, so können wir $x = x^1$ setzen. Die geformten Stoffe des Kerns bestehen zum grossen Theil aus Nuclein. Kossel ist der Ansicht, das Nuclein im Kern sei eine Vereinigung eines eiweissartigen Körpers mit einem organischen Phosphorsäure enthaltenden Atomcomplex, für welch letzteren Miescher sogar die Formel $C_{29} H_{49} N_9 P_3 O_{22}$ berechnet hat. Dieser Phosphorsäure enthaltende Atomcomplex wäre für die Bioiden, die aus Nuclein bestehen, unser x. Wir sehen also hier, wie die beiden das Bioid zusammensetzenden Substanzen sehr complicirt, nämlich ein Eiweiss und obiger Atomcomplex sind. Wir haben ohne Weiteres keine Veranlassung, für den zweiten Körper anderer Bioiden,

deren einer Eiweiss ist, einfachere Körper anzunehmen, ebenso wenig wie wir Grund haben, etwa nun für alle eiweisshaltigen Bioiden den zweiten Körper als denselben uns vorzustellen, um so weniger als wir wissen, dass das Eiweiss in den Kernbioiden recht verschieden ist. Wir können jetzt weiter sagen: Was wir Leben nennen setzt sich aus drei Bewegungen zusammen; die eine wird verursacht, indem zwischen den beiden, die Bioiden zusammensetzenden, sehr complicirt und verschieden gebauten Körpern Verbindungen entstehen, und die anderen, indem diese Verbindungen abgestossen und Ersatzstoffe herangezogen werden.

Das Bioid, das geboren, d. h. vom mütterlichen Organismus losgelöst wird, enthält wie alle Bioiden zwei Substanzen, die ihre Verluste aus Reservestoffen, dem Trophomigma des Kerns und indirect durch dieses dem Trophomigma des Protoplasmas ergänzen. Das Bioid, das nur mit Kerntrophomigma ohne Protoplasma geboren würde, muss sehr bald zu Grunde gehen. Deshalb stirbt der vom Protoplasma künstlich isolirte Kern unweigerlich. Seine Bioiden verhungern, sobald sie das vorräthige Trophomigma verarbeitet haben. Denn da ihnen mit dem Protoplasma auch die Bioiden dieses, die Ernährungsorgane fehlen, sie selbst aber nicht in der Lage sind Nahrungsmaterial in eine Form zu bringen, die sie verarbeiten können, müssen sie sterben. Sie aber sind das Lebendige im Kern. Auf anderem Gebiete liegen die Gründe, weshalb Protoplasma ohne Kern nicht leben kann.

Das Bioid, das geboren wird oder sonst irgend wie entsteht, muss nicht nur die beiden es constituirenden Stoffe sondern noch Trophomigma erhalten. Ohne dieses ist es lebend undenkbar. Bioid aber + Trophomigma giebt eine Zelle. So ist lebendige Substanz ausserhalb der Zelle unmöglich. Da wir erfahrungsgemäss in allen Zellen chromatische Substanzen finden, müssen wir diese als zum Begriffe der lebendigen Substanz unumgänglich nothwendig halten. Die chromatischen Substanzen sind das für den Kern Charakteristische. Die Zelle besteht aus Kern und Protoplasma. Der Kern muss Reservestoffe haben. Folglich stellt für die Urzelle das Protoplasma diese Reservestoffe vor. Wird lebendige Substanz geboren so geht sie sofort unter, ausser wenn sie in der Zelle existirt d. h. mit Trophomigma gepaart ist. Die Frage, ob lebendige Substanz ausserhalb der Zelle existirt, ist daher gar nicht zu entscheiden.

Alle Lebewesen, die wir kennen, stellen eine Einzahl oder Mehrzahl von Zellen vor. Auch für die kleinsten Organismen, die Bakterien, scheint ein Zweifel darüber, dass man es bei ihnen mit vollständigen Zellen zu thun hat, nicht mehr möglich zu sein. Die schönen diesbezüglichen Arbeiten der letzten Jahre, so von v. Bütschli, A. Fischer, Zacharias, Zettnow, Migula und vielen Anderen beweisen dies zur Genüge. Ein Streit waltet in einzelnen Fällen nur noch darüber, was

man als Kern, was als Protoplasma anzusprechen habe. BÜTSCHLI und mit ihm zahlreiche Autoren stellen sich auf folgenden Standpunkt: Es giebt Farbkörper, die eine ganz bestimmte Vorliebe für die Kerne der Zellen im Allgemeinen haben; wenn daher ein Theil eines Organismus diese Farbkörper besonders stark aufnimmt, so ist dieser Theil als Kern anzusprechen. Gegen diese Logik kämpft A. FISCHER an, indem er meint, Kernfarbstoffe giebt es nicht, weil diese Stoffe hin und wieder noch andere Gewebselemente wie Zellmembrane, bestimmte Körper in den Ganglienzellen der Wirbelthiere etc. färben. Damit fasst FISCHER „Kernfarbstoffe“ nicht als chemische, sondern als morphologische Reagentien und den Kern als eine in seiner chemischen Constitution feststehende Masse auf. Da aber der Kern wie alle lebendige Substanz etwas chemisch nie Ruhendes ist, da wir ihn weiter in den verschiedenen Organismen und seinen verschiedenen Stadien sicher als etwas nicht immer chemisch absolut Gleiches ansehen müssen, haben wir ein Recht, Farbstoffen, die von dieser beweglichen Substanz stets aufgenommen werden, eine so enorme Affinität für gewisse in den Kernen vorhandene Körper zuzusprechen, dass wir sie „Kernfarbstoffe“ nennen können. Will das FISCHER nicht, weil sie noch manches Gebilde ausserhalb des Kernes färben, so hat er zu beweisen, dass diese Gebilde mit dem Kern trotz ihrer chemischen Verwandtschaft nichts gemeinsames haben. So lange dieser Beweis nicht geführt ist, dürfte der entgegengesetzte Schluss zu Recht bestehen und nahe Beziehungen zwischen allen sich mit Kernfarbstoffen färbenden Substanzen angenommen werden. Wie ungemein nah diese Beziehungen sein können, glaube ich dargelegt zu haben, indem ich zeigte, wie aus den Kernen von Zellen in anderen Zellen extranucleäre Kernsubstanzen werden können.

Dies Beispiel allein zeigt, wie gut wir auch ferner daran thun werden, von „Kernfarbstoffen“ zu sprechen, und wo auch immer sich Substanzen mit ihnen färben, anzunehmen, dass wir in ihnen Körper vor uns sehen, die etwas mit dem Kern gemein haben. Der Versuch, die chemischen Beziehungen zwischen Kernfarbstoffen und den sich mit ihnen färbenden Körpern klarlegen zu wollen, dürfte verfrüht sein. So lange wir nicht Protoplasma, nicht Kern chemisch klar definiren können — und das wird bei dem Wechsel in diesen Substanzen nie der Fall sein — so lange hat eine Discussion, ob dies oder jenes wirklich ein Kern ist, keinen rechten Boden. Wir bezeichnen die beiden optisch und chemisch differenten Substanzen, aus denen eine Zelle besteht, als Protoplasma und Kern. Ob in dem einzelnen Falle das Protoplasma resp. der Kern sich morphologisch und chemisch genau so verhält wie in einem anderen Falle, darf nicht die Benennung bestimmen. Zelle ist ein biologischer Begriff und Protoplasma wie Kern sind weder morphologische noch chemische, sondern physiologische Theile der Zelle.

Wir haben das Recht Stoffe, die auf verschiedene Farbstoffe gleich reagiren, als gleich anzusprechen. Ein Grund für dieses Recht basirt in folgenden Erwägungen W. OSTWALD's: Die Stoffe sind durch ihre verschiedenen Eigenschaften gekennzeichnet. Die Zahl der möglichen Eigenschaften ist unbegrenzt. Es ist deshalb unmöglich zu beweisen, dass zwei Stoffe in allen Eigenschaften übereinstimmen. Ein allgemeines Naturgesetz aber lautet: „Wenn zwei Stoffe bezüglich einiger Eigenschaften übereinstimmen, so thun sie es auch bezüglich aller anderen Eigenschaften." Auf unseren Fall angewendet schliessen wir: Färbt sich im Bacterium ein Stoff mit all den Farben, die für gewöhnlich die Kerne in Zellen aufnehmen, so ist dieser Stoff den Kernstoffen der Zelle gleichwerthig. Wer den Nachweis der Uebereinstimmung nach allen Richtungen hin verlangt, verlangt Unmögliches.

Weil, wo auch immer lebendige Substanz nachweisbar ist, d. h. wo ein Bioid beobachtet werden kann, dasselbe nothwendigerweise in einer Zelle leben muss, ist dem Satze „die Zelle ist der Elementarorganismus" zuzustimmen.

Es dürfte auch eine andere Definition für die Zelle nicht möglich sein. FLEMMING, der mit am intensivsten über diese Frage gearbeitet hat, bringt für den Begriff Zelle folgende Definition: 1. Ein abgegrenztes (oder räumlich centrirtes) Klümpchen lebender Substanz, ohne besonders beschaffene Membran oder mit solcher. 2. Im Innern einen Zellkern enthaltend, d. i. ein abgegrenzter, chemisch besonders beschaffener (nucleinhaltiger) Körper. 3. Mit dem Vermögen aufgenommene Verbindungen in andere umzusetzen, also mit einem eigenen Stoffwechsel. 4. Zur Vermehrung durch Theilung befähigt etc. 5. Mit besonderen Bauverhältnissen in seiner Substanz etc. Der geistvolle Autor sieht aber ein, dass selbst diese in 5 Momente getheilte und weiter ausgeführte Definition für die Zelle weder ganz zutreffend noch ganz ausreichend ist. Er bemüht sich zu zeigen, wie man eventuell auch die Syncytien mit dem ersten Punkte der Definition in Einklang bringen kann. Dass sie es nicht sind, geht schon allein aus der Bemühung hervor. Schliesslich schreibt FLEMMING: „Aber jene Definition soll ja auch an sich nicht alle Formen des organischen Lebens in sich fassen, sondern soll eine Hauptform von Elementarorganismen kennzeichnen, welche, wie es klar vor Augen liegt, sämmtliche complicirt gebauten Thier- und Pflanzenleiber constituiren." „Auf diese Form von Elementarwesen passt die Definition, die hier von der Zelle gegeben wurde; es kann uns darin nicht stören, dass es andere lebendige Wesen giebt, auf welche sie nicht passt." Dem ist zu widersprechen. Eine Definition für die Zelle, die nicht auf alle Zellen passt, ist hinfällig, ganz allein schon aus dem Grunde, weil der Begriff, ob ein Thier- oder Pflanzentheil „complicirt" gebaut ist, allzu unbestimmt erscheint. Sind die Syncytien complicirt gebaut? Es ist keine Definition für die Zelle zu-

treffend, die irgend wie in morphologischen Begriffen fusst, weil die Zelle in jeder überhaupt denkbaren Form erscheint. Das Klümpchen lebender Substanz, das in allen Zelldefinitionen wiederkehrt, könnte man nur anerkennen, wenn man sich über die lebende Substanz klar ist. Sobald man aber versucht hat, sich über diesen Begriff klar zu werden, sieht man, dass in dem Klümpchen neben der lebenden Substanz nothwendigerweise Nährmaterial für diese sein muss. Das Klümpchen besteht also nicht aus lebendiger, sondern aus lebendiger und todter Substanz. Ob man diese Combination „Zelle“ oder nach MAX SCHULTZE „Offe“ oder mit HAECKEL „Plastide“ nennen will oder sonst irgend wie, thut schliesslich gar nichts zur Sache, wenn man mit dem Namen nur den rechten Begriff verbindet. Wer allerdings den Begriff morphologisch auffasst oder morphologisch erklären will, muss zu üblen Consequenzen kommen. Anders wird es ihm auch nicht ergehen, wenn er etwa eine physiologische Erklärung versucht. Zelle ist ein biologischer Begriff, deshalb nur durch seine biologischen Aufgaben, Functionen zu erklären.

Indem LOEB den Kern als Oxydationsorgan der Zelle ansieht — eine Anschauung, die in dieser Ausschliesslichkeit, wie wir an anderer Stelle gesehen haben, nicht haltbar ist — kommt er zu der nothwendigen Consequenz: Alles Lebende muss aus Zellen aufgebaut sein. Das Protoplasma kann dann eben nur in inniger Verbindung mit Kernsubstanz existiren. Die Consequenz, Protoplasma kann nur mit Kern existiren und umgekehrt, ergiebt sich eben stets in dem Augenblick, in dem man innigere chemische Beziehungen zwischen Kern und Protoplasma annimmt. Wer aber diese leugnen will, leugnet die Thatsache, dass Kern mit Protoplasma stets zusammen vorkommen. Wofür anders sollte diese ständige Vereinigung der Ausdruck sein als für innige chemische Beziehungen?

Was hält denn die Zelle als Ganzes zusammen? Wir haben ohne Weiteres kein Recht, als sicher anzunehmen, dass eine äussere Membran oder ein genügend dichtes inneres Netzwerk stets vorhanden sei, um ein Auseinanderfallen der Zellbestandtheile zu verhindern. Die Anziehungskraft aber, die zwischen Bioiden und Trophomigma unzweifelhaft bestehen muss, da ihre Stoffe wechselseitig in einander übergehen, die kann erklären, weshalb die Stoffe der Zelle sich nicht mechanisch trennen. Und wenn die Zelle sich theilt, ihre Masse getrennt wird, so ist es wiederum eine Folge der Anziehung zwischen Bioiden und Trophomigma (s. Cap.: Die Erscheinungen, die wir an der Zelle wahrnehmen etc.).

Das Bioid ist unsterblich, nicht unsterblich in dem Sinne, als ob es nicht sterben könnte, sondern in dem Sinne, dass es nicht zu sterben braucht. Seine Lebensdauer hängt nur davon ab, wie lange es ein Trophomigma zur Verfügung hat, aus dem es sich ergänzen kann. So

lange es dieses hat, lebt es. Daraus ergiebt sich mit logischer Consequenz, dass es nur eine Todesart für das Bioid giebt, den Hungertod. Findet es, sei es aus mechanischen Gründen in Folge gewaltsamer Zerstörung, sei es aus chemischen Gründen, sei es lediglich aus Mangel an zugeführter Nahrung kein passendes Trophomigma, so muss es verhungern.

Capitel 7.

Unterschiede zwischen den Protoplasma- und Kernbioiden.

Die Bioiden können verschiedene Formen haben. Im Protoplasma sind sie vielfach als Körner, Fäden, Flemming'sche Filarmasse nachzuweisen. Der Werth der letzteren dürfte auch in mechanischen Aufgaben zu suchen sein, indem sie einerseits zur Cohärenz der Zelle beiträgt, also quasi Stützapparat, Skelett ist, andererseits das fliessende Trophomigma, indem es dasselbe in minimale Ströme zerlegt, in sehr innige Berührung mit allen anderen Theilen bringt. Ein Netzwerk wird selbstverständlich gleichen Werth für diese Zwecke haben wie ein Fibrillenwerk, am besten wird sie aber eine Wabenconstruction erfüllen.

Wir haben die Bioiden des Protoplasmas als Organe angesprochen, bestimmt, das Trophomigma in eine Form zu bringen, in der es von den Bioiden des Kerns leicht assimilirt werden kann. Wir müssen alle Bioiden des Protoplasmas als für diese Zwecke bestimmt ansehen.

Ist die Zelle ein Organismus, so müssen wir erwarten, dass ihre Organe den Zwecken der Zelle nützlich sind. Wir müssen von jedem Organismus verlangen, dass seine Organe den Zwecken des Organismus dienen. Endzweck jedes Organismus ist es zu wachsen. Sämmtliche Organe müssen zum Wachsthum in Beziehung stehen. Sie können nur helfen entweder das Nahrungsmaterial zu assimiliren oder, wenn im Organismus kein Platz mehr für das assimilirte Nahrungsmaterial ist, den Organismus zu theilen, d. h. jedes Organ muss entweder zur Verdauung oder zur Fortpflanzung in Beziehung stehen. Es ist undenkbar, dass ein Organismus Organe beherbergt, die nicht seinen eigenen Zwecken dienen. Denn gäbe es solche, so hiesse dies nichts Anderes, als dass ein Organismus Organe hat, die gar nicht seine Organe sind.

In den grossen Zellen der ventralen Rückenmarkshörner, der Hirnrinde, des Hirnstamms, kurz in allen grösseren Nervenzellen finden wir Fibrillen, die die Zelle durchsetzen, durch einen Zellfortsatz ein-, durch einen anderen austreten. Welchen speciellen Zwecken für die Zelle dienen

diese Fibrillen? Gar keinen! Sie sind keine Organe der Nervenzelle, weil diese kein Organismus ist. Sie ist kein Organismus, weil sie sich nicht fortpflanzt. Wäre sie ein Organismus, so wären ihre Fibrillen als Organe unerklärlich. Denn dass diese in nützlichen und nothwendigen Beziehungen zu irgend welchen anderen Zellen, eingeschlossen andere Nervenzellen, stehen, was wir mit Sicherheit annehmen müssen, das könnte niemals ihre Existenz in der betreffenden Zelle erklären, wenn diese ein Organismus wäre.

Ebenso wenig wie die Fibrillen sind die extranucleären Chromatinmassen Bioide im Sinne von Zellorganen; denn diese Chromatinmassen stellen, da in ihnen ein Stoff zu sehen ist, der, aus Kernen stammend, zur Aufnahme in einen Kern schon fertig ist, rücksichtlich des Nervenkerns ein Trophomigma vor. So bleibt den Nervenzellen von Organoiden nichts als das Gerüstwerk und vielleicht noch etliche Granula, die sie mit den Leukocyten übernehmen. Ich sage absichtlich „vielleicht“, weil ich nach dieser Richtung hin kein klares Verhalten angeben kann.

Wir treffen im Protoplasma von Zellen, die echte Organismen sind, Fäden, Fibrillen, meist aber Körner. Nach neueren Erfahrungen, die man mit sehr starken Objectiven an Nucleinkörpern gemacht hat, ferner nach den ALTMANN'schen Untersuchungen, denen man nach dieser Richtung hin eine grosse Bedeutung zusprechen muss — unter seinen granulis befinden sich viele Bioiden —, scheint es fast, als ob die Bioiden stets als einzelne Körner auftreten und entweder nur gelegentlich zu Reihen als Fäden, Stäbchen, eventuell zu grösseren Körnern resp. Massen confluiren oder, was wahrscheinlicher ist, in Folge zu geringem Auflösungsvermögen unserer optischen Hülfsmittel confluirt erscheinen.

Einander entsprechende Bioiden des Protoplasmas zeigen mitunter in verschiedenen Zellen verschiedene Farbreaction. Man kann zur Erklärung dieser Thatsache zweierlei anführen. Einmal brauchen einander morphologisch und local entsprechende Bioiden physiologisch einander nicht zu entsprechen. Es kann das runde Bioid A am Orte A des Protoplasmas der Zelle A rücksichtlich der Verarbeitung des Trophomigmas andere Aufgaben haben als das ganz gleich geformte Bioid B am Orte A des Protoplasmas der Zelle B. Es ist ferner unfraglich, dass viele Bioiden im Protoplasma nicht fest liegen und in ihm mehr und weniger beweglich sind. Wir kennen einerseits viele Zellen, in denen dauernd ein Strömen der Bioiden stattfindet, andererseits müssen wir, falls keine Fixation der betreffenden Bioiden im Protoplasma nachweisbar ist, bei dem dauernden Säftestrom, den wir in der Zelle anzunehmen haben, an eine Bewegung der Bioiden denken. Für gewisse Bioiden allerdings scheint eine Fixation dadurch erreicht zu werden, dass sie im Schnittpunkte des Faden- oder Flächengerüstes gelagert sind.

Zweitens befindet sich jedes Bioid, weil es dauernd Stoffe umsetzt,

nicht immer in absolut gleicher chemischer Constitution. Dieselbe wird ganz wesentlich von dem Reichthum abhängen, den das Trophomigma an den Stoffen hat, die das einzelne Bioid umsetzen kann. So wird man von den Bioiden des reichlich ernährten Protoplasmas erwarten können, dass sie sich anders repräsentiren, mit Umsatzstoffen reicher beladen sind als die im hungernden Protoplasma.

Während die Bioiden des Protoplasmas allgemein wie auch einzeln betrachtet recht verschiedene chemische Reactionen aufweisen, zeichnen sich die Bioiden des Kerns durch ständig ziemlich gleiche Reaction aus. Diese müssen sich also in einer chemisch viel gleichmässigeren Verfassung befinden als die des Protoplasmas. Schwarz, der fünf Stoffe für den Kern annimmt, das Amphipyrenin für die Kernmembran, das Pyrenin für die Nucleoli, das Chromatin für das Kerngerüst, das Linin für das Kernnetz und das Paralinin für die Gerüstlücken scheint den Kreis etwas zu eng gezogen zu haben. Sein Paralinin würde übrigens dem Kernsaft O. Hertwig's, unserem Trophomigma des Kerns, entsprechen. Wir müssen etwas allgemeiner die Bioiden des Kerns als aus Proteïnstoffen und Nucleinen bestehend ansehen.

Ueber die chemische Constitution des Kerntrophomigmas lässt sich zur Zeit etwas Allgemeines nicht sagen. Dass wir dieselbe aber auch für um vieles einheitlicher als die des Protoplasma-Trophomigmas halten müssen, ist auseinandergesetzt worden.

Während chemisch die Bioiden des Kerns sich einheitlicher erweisen als die des Protoplasmas, ist das morphologische Verhalten gerade umgekehrt. Wir werden an den Bioiden des Protoplasmas gemäss ihrer Bestimmung, Stoffe umzusetzen, morphologisch grosse Veränderungen nicht erwarten, hingegen müssen wir mit Sicherheit auf solche an den Bioiden des Kerns rechnen als des Organs, bestimmt die Zelle fortzupflanzen, bis über die Grenze des Organismus hinaus zu wachsen.

Wir sehen die Bioiden des Kerns morphologisch ungemein verschieden. In der einen Zelle werden sie nur durch ein rundes Körperchen repräsentirt, in anderen finden sich neben diesem noch andere Körperchen. Ein Kerngerüst ist namentlich für die Pflanzenzelle in grossem Umfange nachgewiesen. Flemming sieht seine Netze im Kern, Bütschli sieht sie auch, spricht sie aber als Wabendurchschnitte an. Ob diese Formen im Kern mit denen im Protoplasma direct zusammenhängen, ist für unsere Anschauungen von geringer Bedeutung. Für eine granuläre Structur des Kerns kämpfen namentlich Altmann, Auerbach, Metzner, Krasser. Der Nucleolus resp. die Nucleoli wieder können sehr verschiedene Form haben. Neben der meist runden kommen auch eliptische vor. Zimmermann bildet aus der Wurzelspitze von Vicia faba band- und keulenförmige, aus den Kernen der Characeen dreieckige und hakenförmige Nucleoli ab.

Gewundene Nucleoli beschreibt SCHOTTLÄNDER aus den vegetativen Zellen der Prothallien von Gymnogramme. **Während** die Majorität der Forscher die Nucleolen homogen sehen, fehlt es nicht an Beobachtungen, nach denen es gelingt, im Nucleolus abermals geformte und ungeformte Substanzen zu erkennen. BÜTSCHLI beschreibt ein feines Netz in den Nucleoli gewisser Dinoflagellaten. Vacuolen erwähnen FLEMMING, ROSEN, SCHOTTLÄNDER. Kleine Körper in den Nucleoli, also Nucleololi, sehen MACFARLANE, LAVDOWSKI. Schliesslich bleibe nicht unerwähnt, dass EIMER und BRANDT von amöboiden Bewegungen der Nucleoli berichten.

Aus alledem geht hervor, dass wir zwar die Bioiden des Kerns in sehr verschiedenen Formen antreffen, immerhin aber nicht in Formen, die wir nicht auch an den Bioiden des Protoplasmas erwarten dürfen. Diese Formen können aber nicht als Ausdruck für die physiologische Thätigkeit des Kerns, für seine Aufgabe als Fortpflanzungsorgan gelten. Von diesen Formen erwarten wir einen deutlichen morphologischen Ausdruck für das Wachsen. Man hat denn auch den Kern, wenn er für seine specifische Thätigkeit morphologisch ein sprechendes Bild nicht bietet, „ruhend" genannt. Dabei ist man sich wohl klar gewesen, dass der Kern, gleichgiltig, ob er ganz oder theilweise aus lebendiger Substanz besteht, nie wirklich ruhen kann. Eine ruhende lebendige Substanz ist eine contradictio in adjecto, da der Begriff des Lebens untrennbar von dem der Bewegung ist. Man meinte nur, für diese Bewegung sei ein morphologischer Ausdruck nicht vorhanden. Diese Annahme hat sich als ein Irrthum erwiesen. Vieles spricht gegen eine morphologische Ruhe im Kern. Fest steht, dass er nach seiner Geburt regressive Veränderungen durchmacht, also nicht ruht. Während er aber seine specifische Thätigkeit entfaltet, zeigt er morphologisch sehr bedeutende Veränderungen. Die Zeit der Ruhe könnte also nur zwischen den beiden grossen Phasen zu suchen sein. Innerhalb dieser Phasen muss aber die Zeit liegen, in der der Kern wieder Veränderungen zeigt, die O. HERTWIG als Reifeerscheinungen aufzufassen gelehrt hat. Diejenigen Substanzen, welche als Chromatinfäden den Kern durchziehen, scheinen es in erster Linie zu sein, die bei Beibehaltung ihrer Fadenform sich vielfach umlagern, indem die Fäden ihre Formen ändern, die einzelnen Substanzen derselben sich mehr und weniger dicht aneinander lagern. Alle diese Erscheinungen im Kern, die auf eine sehr lebhafte Thätigkeit der Bioiden schliessen lassen, befriedigen aber nicht unsere Erwartungen. Wir sind, stimmt anders unsere Annahme von der physiologischen Bedeutung des Kerns, berechtigt, ein sehr energisches Wachsthum an ihm zu sehen. In dieser Erwartung haben wir uns nicht getäuscht. Durch eine uns bekannte Ursache, die Verbindung des Eikerns mit dem Samenkern, also directe Befruchtung, wachsen plötzlich die Kernbioiden resp. Theile derselben sehr erheblich. Auch bei den nicht selbst befruchteten

Zellen ist die Befruchtung in Generationen vorher der Grund des plötzlichen Kernwachsthums. Dies wissen wir u. A. auch nach den Untersuchungen von R. HERTWIG und MAUPAS bei Infusorien. Worin aber die Reizursache für das plötzliche Kernwachsthum zu suchen ist, steht noch nicht fest. Wahrscheinlich giebt die mit dem Wachsen der Zelle mangelhafter werdende Ernährung des meist centralen Kerns den Reiz ab. Dafür spricht, abgesehen von einem bereits früher in dem Capitel: „Die Zelle ist der Elementarorganismus" angeführten Grund, die durch HANSTEIN u. A. unzweifelhaft nachgewiesene Thatsache, dass in wachsenden Pflanzenzellen der Kern stets dort liegt, wo die besten Ernährungsbedingungen sind, in der ausgewachsenen Zelle aber mehr central und sich dann, also wenn seine Ernährungsbedingungen schlechter sind, erst theilt.

Die nucleinhaltigen Fadenbioiden des Kerns wachsen, spalten sich noch der Länge nach, kurz, es treten die Chromosome oder Kernsegmente genannten Figuren auf, die sich dann weiter gruppiren, von einander wandern und wieder zu sog. ruhenden Kernen rückbilden. Ihnen schliesst sich die Theilung des Protoplasmas an.

Es muss hier kurz die Frage der Amitose berührt werden, weil sie bei dieser Fortpflanzungsart der Zelle im Gegensatz zur mitotischen scheinen könnte, als ob der Kern, bevor es zur Theilung der Zelle kommt, Veränderungen nicht durchmache. Diese Annahme wäre irrthümlich, indem der Kern auch bei der amitotischen Theilung ein acutes Wachsthumsstadium zeigt. Es documentirt sich dies in seiner Volumenszunahme, die mehr oder weniger deutlich ist. Das aber gerade ist das Charakteristische der Bioiden des Kerns im Gegensatz zu denen des Protoplasmas, dass an diesen ein deutliches Wachsen niemals beobachtet ist.

Uebrigens scheinen die amitotische und mitotische Kerntheilung sich durchaus nicht unvermittelt gegenüber zu stehen. Nach Mittheilungen von DIXON über das Endosperm von Fritillaria imperialis und von SARGANT über Kerne im Embryosack von Lilium Martagon kommt es zwar zur Bildung von Chromosomen, sie spalten sich aber nicht, eine Aequatorialplatte tritt nicht auf, so dass die Fäden durch die beiden sich bildenden Zellen ziehen. Man hat es also mit einem in Chromosome aufgelösten Kern zu thun, der sich im Uebrigen nach den Principien der directen Theilung verhält. Nach den Beobachtungen von BORGERT an tripyleen Radiolarien und von KORSCHELT am Darmepithel von Ophyotrocha puerilis kommt mitotische neben amitotischer Kerntheilung vor. MITROPHANOW beschreibt bei koloniebildenden Radiolarien Theilungsvorgänge, deren stricte Einordnung unter den Begriff der mitotischen oder amitotischen Theilung nicht angängig ist. Bei der Kerntheilung eines Infusoriums (Euglena viridis) beobachtete KEUTEN, wie ein Theil des Kerns (sein „Nucleocentrosom") sich zu gleicher Zeit mit der mitotischen Theilung des

Chromatinfadens direct theilt. BOUIN beschreibt für Saccharomyces Ludwigii Hansen einen Theilungsvorgang, den man gleichfalls als Uebergang zwischen indirecter und directer Theilungsform auffassen kann. JANSENS und LEBLANC beobachteten an demselben Object die gleichen Vorgänge. Nach zahlreichen Untersuchungen, so von STRASBURGER, SCHMITZ, JOHOW, TREUB, KAISER theilen sich die Kerne der Characeen in verschiedener Form, durch Karyokinese, durch Fragmentation und durch Zustände, die deutlich Uebergänge zwischen diesen beiden Formen darstellen, kurz, wer beweisen wollte, dass directe und indirecte Kerntheilung nichts Gegensätzliches sind, dem mangelt es nicht an Material.

HIS sieht auf Grund seiner Studien am Selachierperiblast die Amitose als eine Folgeerscheinung von zeitlich verschobener Mitose an und leugnet eine Vermehrung von Kernen durch einfache Zerschnürung. Stets sei eine Umlagerung der Chromatinbestandtheile vorhergegangen. RÜCKERT, VAN DER STRICHT haben ähnliche Anschauungen.

Der Kern der Nervenzelle ist kein Fortpflanzungsorgan. Die Nervenzelle pflanzt sich nicht fort. Sie stellt, wie im ersten Theil dieser Arbeit erschlossen wurde, einen Körper vor, dessen Entstehungsart die Fortpflanzung ausschliesst. Während alle anderen bekannten Zellen der Theilung von Zellen ihre Entstehung verdanken, stellen die Nervenzellen das Product einer Addition vor. Deshalb sehen wir den Kern der Nervenzelle niemals in Mitose treten.

Gegensätzlich, wie sich die Nervenzelle in ihrem Kern zu allen Zellkernen verhält, verhält sie sich auch bezüglich des Protoplasmas. Während wir sonst an den geformten Bestandtheilen desselben morphologische Veränderungen gar nicht oder nur in ganz geringem Umfange wahrnehmen, sehen wir die geformten extranucleären Chromatinmassen der Nervenzelle in dauernder Umformung. Bald mehr wolkenartig, bald fein-, bald grobkörnig, vieleckig etc., bald scharf umschrieben, bald mit unscharfen Conturen confluiren sie schliesslich mit den Kernmassen zu einer unbestimmten, scholligen Masse. Indem die Gebilde, die beim Elementarorganismus, local scharf getrennt, sich als Bioiden repräsentiren, in dem Körper, den wir Nervenzelle nennen, schliesslich confluiren, verliert dieser rudimentäre Organismus jede Möglichkeit einer Existenz als Organismus.

Capitel 8.

Wie die Zelle Stoffe aufnimmt, verarbeitet und abgiebt.

Wir haben als das Lebendige in der Zelle allein die Bioiden angesehen. Die Fähigkeit zu leben, resultirt aus der Fähigkeit der einen Bioiden, die Nahrungsstoffe an sich zu binden, umzusetzen und die der anderen, die Umsatzproducte wiederum an sich zu binden, umzusetzen und so fort bis zu den Bioiden des Kerns, die ein ihm sehr bequem anpassungsfähiges Trophomigma vorfinden und es sich assimiliren. Beginnen wir mit dem Stoffwechselvorgang in den Zellen im synorganischen resp. synergetischen Zusammenhange.

Wir haben den Saftstrom in den aus Zellen zusammengesetzten Pflanzen als eine diosmotische Strömung aufzufassen. Die Wurzel saugt die gelösten Stoffe durch ihr Absorptionsgewebe endosmotisch auf. So kommen sie an die äussersten Schichten des Protoplasmas den „Primordialschlauch“ v. Mohl's, welche für etliche Stoffe durchlässig, für andere nicht durchlässig sind. Die Verdunstung in den Blättern wird zur Saugkraft, welche die Bewegung der gelösten Stoffe verursacht. Die Bioiden der Blattzellen, in erster Reihe die Chlorophyllkörner, bilden organische Substanzen durch Assimilation der Kohlensäure aus der Luft, die Bioiden der Wurzelzellen liefern dazu Aschenbestandtheile und Stickstoffverbindungen, die sie theils aus dem Wasser fertig aufnehmen, theils duroh Production eines sauren Saftes erst schaffen. Die Verdunstung erfolgt von den einzelnen Zellen gegen die lufthaltigen Intercellularräume hin und von diesen durch die Pneumathoden nach aussen. Durch die Verdunstung entsteht ein negativer Druck. Dorthin schiesst Flüssigkeit nach, gleicht ihn aus. An der Stelle, von der aus die Flüssigkeit nachgeschossen ist, entsteht wieder ein negativer Druck und so fort bis zur Wurzel.

Im Thierkörper steht der Saftstrom überall unter einem gewissen positiven oder negativen Druck. Die Richtung dieser, von den Arterien ausgehenden Druck-, von den Venen ausgehenden Saugkraft ist bestimmend für die Richtung des Säftestromes. In der gleichen Richtung diffundiren die Flüssigkeiten in den Zellen, in der gleichen verlassen sie dieselben, nachdem die Bioiden die ihnen zusagenden und für ihre Existenz nothwendigen Stoffe sich angelagert haben. Diese Wahl bestimmen die Stoffe, aus denen die Bioiden selbst zusammengesetzt sind. Ihrer Wahl ist dabei schon in so weit vorgegriffen, als die äusseren Zellschichten und die Art der sie umgebenden Flüssigkeiten besondere osmotische Verhältnisse bedeuten. Daher dringen durchaus nicht alle gelösten Stoffe, selbst wenn sie unter erheblichem Druck stehen, in die Zelle ein. An Beweisen für diese Auffassung fehlt es nicht. Die Epithelzellen der

Blase nehmen nicht den Harn auf und der Magensaft ist wirkungslos auf die Zellen der Magenwand.

Wie viel zur Bewegung des Säftestromes die auch bei Thieren unzweifelhaft vorhandene Verdunstung an den von der Luft bestrichenen Oberflächen, wie viel die osmotischen Ströme zwischen den verschieden zusammengesetzten Flüssigkeiten im Körper wie Blut, Chylus, Chymus, Lymphe, die serösen Flüssigkeiten beitragen, bleibe unerörtert, da dieser Beitrag im Verhältniss zur Druckkraft des linken und Saugkraft des rechten Herzens wohl unbedeutend ist.

Die Zerfallsproducte mischen sich dem Trophomigma des Protoplasmas bei, dieses Gemisch wird von anderen Bioiden aufgenommen und so fort, bis die dem Kern zunächst gelegenen Bioiden an den Kern ein Trophomigma abgeben, recht verschieden von den Säften, die in die Zelle eindrangen. Die Bioiden des Kerns setzen nach differenter Auswahl der Stoffe auch diese noch um, so dass sich in dem Kerntrophomigma auch stets Abfallstoffe befinden müssen. Ob sich unter diesen geformte Elemente befinden können, wie Galeotti meint, der eine Abgabe von Körnern des Kerns an das Protoplasma u. a. für Pigmentzellen von Spelerpes, den Giftdrüsen der Haut annimmt, scheint zweifelhaft.

Man müsste an der Seite des Kerns und der Zelle, an welcher der Saftstrom die Zelle verlässt, ein an Abfallstoffen sehr reiches Trophomigma erwarten, welches, falls dort Bioiden vorhanden sind, die Lebensbedingungen für diese schwer erklärlich macht. Die Annahme wäre richtig, sorgten nicht weitere Constructionen in der Zelle, das Netz- resp. Wabenwerk, für eine unglaublich feine Vertheilung und Vermischung aller Stoffe. So aber muss man sich vorstellen, dass das Trophomigma der äusseren Zellschichten überall gleich, das der mehr centralen überall gleich und das des Kerns überall gleich ist.

Die Vorstellung von der concentrischen Gleichheit des Trophomigmas resultirt weiter aus einer Thatsache und einer Erwägung. Die Thatsache ist die gleichmässige Lagerung von Farbkörpern in oder um den Kern oder in der ganzen Zelle. Nie finden sie sich an einer Seite mehr gehäuft als an der ihr ausgesprochen entgegengesetzten. Die Erwägung knüpft an die Ernährungsverhältnisse einzelliger Individuen an, die frei in ihrer Ernährungsflüssigkeit leben. In diese von ihrer Ernährungsflüssigkeit überall gleich umspülten Zellen müssen die Nahrungsstoffe überall gleichmässig eintreten. Es muss sich also concentrisch ein gleiches Trophomigma vorfinden.

Eine Consequenz der dauernden Saug- und Druckkräfte im Pflanzen- und Thierkörper ist es, dass nicht nur Stoffe in die Zelle ein-, sondern auch austreten. Die austretenden Stoffe können für andere Bioiden in anderen Zellen ein vorzügliches und das geeignetste Nährmaterial sein.

Liefern die Bioiden der Zelle Umsatzstoffe aus dem Trophomigma und Abfallstoffe in grösserer Menge, so ist aus physiologischen und

mechanischen Gründen ihr längerer Aufenthalt in der Zelle unmöglich. Jedes Product eines Bioids ist für das Bioid selbst Gift, denn es stösst nur die Stoffe ab, die es nicht binden kann oder schon gebunden hat. Da es diese ein zweites Mal ebenso wenig wie ein erstes Mal binden kann, die aber schon gebundenen sich in einer Form von ihm getrennt haben, in der sie eben nicht mehr zu binden waren, so muss das Bioid in seinen eigenen Producten verhungern. Die mechanischen Gründe, die gegen eine grössere Anhäufung von Umsatz- resp. Abfallstoffen in der Zelle sprechen, sind die Raumverhältnisse. Die Zelle braucht den kleinen, in ihr verfügbaren Raum sehr nothwendig für die Bioiden und das Nährmaterial für diese.

Häufen sich Umsatzproducte und Abfallstoffe, die Excrete in grosser Masse in der Zelle an, so werden sie nothwendigerweise einen von innen nach aussen wirkenden Druck ausüben. Da die Zelle vermöge der gegenseitigen Attraction ihrer Stoffe sowie ihres feinen Netz- oder Wabengerüstes eine sehr erhebliche Cohärenz hat, wird sie einen Gegendruck ausüben. Ist der Druck der inneren Massen stärker wie der Gegendruck, so werden sie die Zelle irgendwo sprengen und nach aussen abfliessen (Secretionszellen). In der jetzt wieder leeren Zelle wird sich das Spiel wiederholen. Ist der Zellendruck stärker, so wird sich die Zelle mehr und mehr ausdehnen, ihre Aussenschicht wird sich verdünnen und in ihrem Innern werden sich grosse Mengen jener Umsatz- und Abfallstoffe sammeln (Fettzellen). Je grösser diese angesammelten Quantitäten sind, desto weniger werden die Bioiden arbeiten, weil das Trophomigma, ihr Nährmaterial, unter grossem Druck von innen steht, also von aussen in dasselbe neue Säfte kaum eindringen können. Deshalb wachsen Fettzellen nicht bis in's Unendliche.

Die Zelle allein betrachtet kennt nur Excrete. Die Excrete werden zu Secreten, wenn sie anderen, in demselben synergetischen Verbande lebenden Zellen zu irgend welchem Vortheil gereichen. Deshalb sind die Nierenzellen als Excretions- und die Speichelzellen als Secretionszellen aufzufassen. Einzelne Lebewesen liefern nie Secrete, sondern nur Excrete. Ob aus diesen um das Thier ein Mantel aus Chitin, Kalk wird, der uns für das Thier nützlich zu sein scheint, ändert an dieser Auffassung nichts. Es ist ein müssiger Versuch entscheiden zu wollen, ob eine Kalkschale für ein Thier vortheilhaft ist oder nicht. Hat es die Kalkschale nicht, so lebt es unter ganz anderen Verhältnissen. Diese Verhältnisse aber sind das Primäre. (S. Capitel „Die Erscheinungen, die wir an der Zelle wahrnehmen, sind Ausdruck von Kräften etc.“)

Die Zelle kann niemals nur als Filter wirken. Sie kann keine Stoffe passiren lassen, ohne dass bei der Abgabe ihre Bioiden chemisch betheiligt sind. Es wird den epithelialen Zellen der Niere, der Thränendrüse etc. nachgesagt, sie liessen gewisse Stoffe einfach aus

dem Blute austreten, andere nicht. Nun steht es aber noch sehr dahin, ob wirklich alle Stoffe des Urins, der Thränen bereits im Blute gebildet sind. So ist es z. B. höchst wahrscheinlich, dass der Harnfarbstoff ein Product der Niere aus dem Blutfarbstoff ist. Ferner spricht die Thatsache, dass das Blut alkalisch, der Harn sauer reagirt, nachdrücklich für eine chemische Thätigkeit der Nierenzellen. Die Nierenepithelzellen blos als Filter, der die einen Stoffe durchlässt, die anderen nicht, aufzufassen, geht nicht an. Wir können uns die Epithelien wohl als Filtermembran vorstellen, durch welche die Flüssigkeit durchgepresst wird. Sie erleidet aber in den Zellen chemische Veränderungen.

Da einzellige Lebewesen stets unter gleichem Druck stehen müssen wie das Medium, in dem sie leben, kann dieses, sei es eine Luft, sei es eine Flüssigkeit nicht in sie eindringen. Da das Nahrungsmaterial aber für diese Zellen sich auch in dem Medium, in dem sie leben, befinden muss, also auch unter dem gleichen Druck steht, ist an ein Eindringen desselben in die Zellen nur zu denken, wenn man entweder der Zelle oder dem Nahrungsmaterial eine active Bewegung zusprechen will oder Druckdifferenzen annimmt, die zwischen der Zelle und dem sie umgebenden Medium entstehen. Bei solchen Druckdifferenzen würde, falls der Druck in der Zelle niedriger ist als in der Umgebung, ein Strömen nach der Zelle hin, und falls der Druck höher ist, ein Strömen von der Zelle fort stattfinden.

Active Bewegungen dem Nahrungsmaterial zuzuschreiben, dürfte nicht angehen. An der Thatsache, dass einzellige Lebewesen, wie die Amöben, Formveränderungen, dass andere, wie die Infusorien, Bewegungen ihrer Geisseln oder Cilien zeigen, ist nicht zu zweifeln. Wie erklärt sich die Thatsache, wenn wir das Leben nur als an die Bioiden gebunden betrachten? Die Bewegungen einzelner innerer oder äusserer Theile oder der ganzen einzelligen Lebewesen sind Ausdruck der Anziehung oder Abstossung, kurz des Reizes, der zwischen Bioiden und Trophomigma stattfindet. Etwas Actives ist weder in dem Verhalten der Zelle als Ganzes noch in dem ihrer Theile zu sehen.

Zwischen Bioiden und Trophomigma werden dauernd chemische Verbindungen eingegangen und wieder gelöst. Derartige Verbindungen stellt man sich allgemein als vergesellschaftet mit einer Bewegung vor. Zwischen einzelligen Lebewesen und mancherlei Stoffen sind Abstossung und Anziehung vielfach beobachtet worden, weshalb man von positiven und negativen Tropismen spricht. Aus diesen drei Sätzen halten wir uns für berechtigt, sichtbare Bewegungen zwischen Bioiden und Trophomigma anzunehmen. Wir sehen denn auch in vielen nackten einzelligen Lebewesen ein dauerndes Strömen der Bioiden in der homogenen Masse. Amöboide Bewegungen wie das Spiel der Cilien und Geisseln lassen sich danach als Ausdruck der dauernden Thätigkeit zwischen Bioiden

und Trophomigma auffassen. Die Zelle reagirt als Ganzes amöboid oder mit Theilen, wie die Cilien, durch Bewegungen auf Nahrungsmittel, die ihr gewährt werden. Umfliesst sie diese mit ihrem Körper oder wirbelt sie dieselben durch die Cilien in sich hinein, so reagiren die Bioiden gegen diese Nahrungsstoffe wieder mit Bewegungen. Diese Bewegungen wieder sind Veranlassung zur Formveränderung des ganzen Körpers resp. zu Bewegungen einzelner Theile, wie noch genauer ausgeführt werden soll. So sehen wir einen geschlossenen Cirkel von Ursache und Wirkung, indem die Wirkung wieder zur Ursache wird, eine auf biologischem Gebiete sehr häufige Erscheinung. Etwas Actives liegt weder in den Formveränderungen der Amöbe noch in dem Spiel der Geisseln oder Cilien von Infusorien. Die Amöbe mit Vacuolen, die ihren Inhalt nach aussen entleeren, sind im mechanischen Sinne als Secretionszellen aufzufassen. Die Entleerung der Vacuole nach aussen kann nur stattfinden, wenn der Druck (die Druckkraft) in ihr höher ist als der (die Spannkraft) in den nachgebenden, sich spaltenden Theilen. Der Druck in den Vacuolen wird im Allgemeinen nicht wesentlich höher oder tiefer sein als der allgemeine Druck in der Zelle. Anderenfalls würde die Existenz der Vacuole unerklärlich. So lange die Zelle mit dickerer Schicht die Vacuole von der Aussenwelt trennt, wird der äussere Druck dem inneren das Gegengewicht halten. Wird die trennende Schicht sehr dünn, so sinkt ihr Druck (ihre Spannkraft) und die Vacuole platzt. Es bleibt dabei die Frage offen, weshalb der Druck in der Vacuole überhaupt über den allgemeinen Druck in der Zelle steigt.

Noch grössere Umständlichkeit scheinen dem Verständniss die Amöben zu bereiten, die den Inhalt ihrer pulsirenden Vacuole im Amöbenkörper selbst zerstäuben. Nach den Mittheilungen Rhumbler's ist an der Existenz derartiger Amöben nicht zu zweifeln, wenn ihre Art auch recht selten zu sein scheint. Auch für ihre Vacuole kann nur angenommen werden, dass zur Zeit des Platzens der Druck in ihr höher als in der Umgebung ist, da eine Anziehung etwa zwischen ihren Stoffen und der Umgebung auszuschliessen sein dürfte. Denn da ihr Inhalt als sicher zum Theil hervorgegangen aus der Umgebung angesehen werden muss, er also ein Umsatzproduct der Bioiden vorstellt, für sie mithin nicht mehr assimilirbar ist, kann von einer Anziehung zwischen den Nahrungsstoffen in der Zelle oder den Bioiden einerseits und dem Vacuoleninhalt andrerseits nicht die Rede sein. Wohl aber ist solch eine Anziehung denkbar zwischen dem Vacuoleninhalt und den von den Bioiden abgegebenen Stoffen. Diese Anziehung erklärt weiter gut, wie der Druck in der Vacuole den der Umgebung übersteigen kann. Denn da die Stoffe, die sich anziehen, in der Vacuole zusammengedrängt, eine relativ grössere Masse hier darstellen als die zerstreuten in der Zelle, eilen diese auf die Vacuole zu. Diese Vorstellung erklärt auch, wie sich Vacuolen bilden können, ebenso wenig aber wie jede andere, weshalb

sich in der einen Zelle Vacuolen bilden, in der anderen nicht. Platzt die Vacuole in die Zelle hinein, so muss selbstredend die Zelle irgend eine andere Methode haben ihre Excrete abzugeben.

Man kann über diese Dinge nicht gut anders als ganz allgemein sprechen. Will man die Aufnahme und Abgabe fester Stoffe für den einzelnen Fall erklären, so scheitert man. Beweis dafür ist der fein erdachte Versuch Rhumbler's, nach dem ein ganz dünnes, mit Schellack überzogenes Glasstäbchen von einem Chloroformtropfen unter Wasser, wenn es mit dem Tropfen in Berührung gebracht ist, eingezogen und sobald der Schellack vom Chloroform gelöst ist, wieder ausgestossen wird. Amöben nehmen Algenfäden, Diatomeen auf und geben die Cellulosehüllen, die Panzer wieder nach aussen ab. Aus dieser Thatsache konnte Rhumbler auch ohne Experiment schliessen, dass Fremdkörper von der Amöbe aufgenommen werden müssen „wenn die Oberflächenstelle der Amöbe, mit welcher der Fremdkörper in Berührung gekommen ist, zur Zeit der Berührung eine grössere Adhäsion zu dem Fremdkörper besitzt als das umgebende Wasser zu demselben Fremdkörper", und abgegeben werden müssen, wenn der Fremdkörper zur Zeit seiner Berührung mit der Oberfläche der Amöbe eine geringere Adhäsion zu dem Plasma der Amöbenoberfläche als zu dem umgebenden Wasser besitzt. Der Grund der Adhäsionsintensität bleibt unbekannt.

Nimmt man einen heissen Kupferdraht und legt ihn auf ein nur an den Enden gestütztes Stück Wachs, so sinkt er schnell durch das Wachs, ohne dass dieses auseinanderfällt, da es an der Stelle, die der Draht eben passirt hat, flüssig geworden, wieder zusammenfliesst. Je kühler der Draht ist, desto langsamer und weniger weit sinkt er in das Wachs. Wie falsch wäre es, wollte man die Schnelligkeit, mit der eine Amöbe einen Algenfaden aufnimmt und abgiebt, von der Temperatur des Fadens abhängig machen! Wer aber möchte beweisen, eine Amöbe sei in ihrem Bau einem Chloroformtropfen ähnlicher als einem Stück Wachs oder ein Algenfaden ähnlicher einem mit Schellack überzogenen Glasstäbchen als einem Kupferdraht?

Man ist im Allgemeinen sehr geneigt, aus Experimenten mit todten Stoffen Schlüsse auf biologische Erscheinungen zu ziehen und hält die Schlüsse für desto berechtigter und richtiger, je näher man in der Versuchsanordnung den natürlichen Verhältnissen gekommen ist. Dass man sie nicht erreichen kann, ist selbstverständlich. Ob man aber im Versuch um weniges oder vieles von der Natur abweicht, ist eigentlich ganz gleichgültig. Denn die kleinste Abweichung kann gerade für den betreffenden Fall den springenden Punkt bedeuten. So ist es irrelevant, ob man sich die Amöbe unter einem Chloroformtropfen im Wasser oder unter einem Stück Wachs denkt und die Alge unter einem Glasstäbchen mit Schellack oder einem Kupferdraht. Chloroformtropfen und Wachs sind himmelweit verschieden von der Amöbe, ebenso wie Glasstab und

Kupferdraht von der Alge. Amöbe wie Alge sind ganz abgesehen von ihrem Bau Dinge, in denen lebhafteste chemische Veränderungen dauernd vor sich gehen. Sie mit einem Chloroformtropfen und einem gelackten Glasstäbchen zu vergleichen, weil sie nach gewisser Richtung hin sich mechanisch gleich verhalten, ist ebenso berechtigt, wie einen lebendigen Hund mit einem Stück Blei zu vergleichen, weil beide im dritten Stock eines Hauses aus dem Fenster gehalten und losgelassen, zur Erde fallen und dann ruhig liegen bleiben. Aber der Hund hat sich vorher bewegt, das Blei nicht! Die Amöbe bewegt sich auch im Wasser, der Chloroformtropfen nicht.

Wenn Rhumbler meint, dass seine Experimente mit anorganischen Substanzen eine erstrebte bewusste Nachahmung von Lebensvorgängen sind, so darf es nicht Wunder nehmen, dass der Erfolg sein Streben leider in so fern nicht gekrönt hat, als die Nachahmung doch nur sehr mangelhaft ausgefallen ist. Folgenden Sätzen aber, die er aufstellt, muss man zustimmen: „Diese Nachahmungen dienen zum Beweise dafür, dass die mechanischen Ueberlegungen an sich richtig sind, nicht aber natürlich zum Beweise dafür, dass nun die der Erklärung unterzogenen Lebensvorgänge auch nothwendig ebenso verlaufen müssten," und „es muss erst eine ganze Reihe chemischer und physikalischer Bedingungen erfüllt sein, damit die Amöbenoberfläche für den betreffenden Fremdkörper importfähig wird." Von diesen Bedingungen findet sich vielleicht im Chloroformtropfen die eine oder andere, aber die „ganze Reihe", die die Amoebe erfüllt, sicher nicht.

Um Missverständnisse zu vermeiden: Es liegt mir durchaus fern den Werth des Experiments herabzusetzen. Wir können uns von den Vorgängen in der Natur nur ein richtiges Bild machen, indem wir sie durch das Experiment analysiren. Man darf aber nie vergessen, dass das Experiment nur einen Theil der Vorgänge nachahmen kann. Rhumbler's Versuch ist sehr schön und lehrt uns, wie die Kräfte in der Natur eine Rolle spielen können, denn Chloroformtropfen und Glasstab gehören zur Natur wie Amoebe und Alge. Nur dass es dieselben Kräfte sind, die bei Chloroformtropfen und Glasstab einerseits und Amöbe und Alge andrerseits eine bestimmte Rolle spielen, das ist nicht bewiesen, weil eben die Vorbedingungen im Material ganz ungleiche sind.

Aendert die frei in einem Medium lebende Amöbe ihre Form oder spielen die Fortsätze der Infusorien, so muss nothwendigerweise um sie herum in dem Medium ein Wirbel entstehen. In diesem schwankt der Druck über und unter dem allgemeinen Druck im Medium. Wo es zu einem Unterdruck kommt, muss Trophomigma aus der Zelle austreten, wo ein Ueberdruck vorhanden ist, muss von dem Medium Substanz in die Zelle eintreten.

Das Spiel der Wimpern wirbelt Vieles, was in ihren Bereich

kommt, in die Oeffnung eines Infusoriums hinein, die Amöbe umfliesst mit ihrem Körper zwecklos Steine und Aehnliches, was umzusetzen sie ganz ausser Stande ist; Infusorium aber wie Amöbe geben was sie nicht gebrauchen können wieder ab. Weshalb nahmen sie es auf? Es ist sicherlich zwischen ihren Bioiden und diesen Stoffen chemisch eine Anziehung nicht vorhanden; anderenfalls würden diese Stoffe im Thiere irgend wie verändert. Der Wimperschlag zieht Alles in den Wirbel hinein, was in seinen Bereich kommt, soweit nicht das Gewicht oder Volumen des betreffenden Körpers und eventuell die chemischen Abneigungen stärker sind als der Wirbel, die Amoebe umfliesst jeden Körper, mit dem sie in Berührung kommt, soweit er nicht zu gross ist — dann fliesst sie auf ihn — und soweit nicht die chemische Abneigung zwischen ihm und den Bioiden der Amöbe grösser ist als der Reiz, der durch die mechanische Berührung gesetzt wird.

Die Art, in welcher die Amöbe unbrauchbare Stoffe abgiebt, muss ganz gleich sein, ob sie die Stoffe schon als unbrauchbar aufgenommen oder Theile derselben unbrauchbar gemacht hat. Nur die Differenz zwischen den Druckverhältnissen in ihr und der Aussenwelt stellt die Bedingung dar, unter der Stoffe, wie in sie hinein, so aus ihr hinaus gelangen können. Diese Differenz durch Schwankungen in der Oberflächenspannung der Zelle zu erklären ist zwar mehrfach versucht worden, der Beweis dafür dürfte aber noch zu erbringen sein. Denn will man selbst Bütschli das Platzen oberflächlicher Waben zugeben, so hat man die Frage nicht gelöst, sondern nur verschoben. Die Waben können auch nur platzen, wenn ihr Innendruck höher ist als der Aussendruck. Die Vorstellung aber etwa, die Wabenwände reissen lediglich weil sie zu dünn an einer peripher gelegenen Stelle würden, ist aus zwei Gründen nicht gut angängig. Einmal müssten bei der Kleinheit der Verhältnisse dauernd solche Waben reissen und in Folge davon 1. ein dauerndes Wogen auf der Oberfläche der Amöbe stattfinden, 2. die Conturen der Amöbe mit kleinen Fädchen, den Gewebsresten der geplatzten Wabe besetzt sein, selbst wenn diese sehr bald zurückgezogen werden sollten. Weder 1 noch 2 wird beobachtet. Ferner: Angenommen der Druck in der Wabe sei geringer als der Aussendruck, so muss die Wabe, da wir uns den Inhalt aller Waben wohl mit einander irgend wie, aber nicht im Sinne communicirender Röhren, in Verbindung vorstellen müssen, er somit ausweichen kann, zusammengedrückt werden; wenn sie aber dann noch platzt, findet eine Veränderung in der Oberflächenspannung gar nicht statt. Angenommen aber der Druck in der Wabe und der Aussenwelt sei der gleiche und die Wabe platze, so können ebenso wohl Stoffe von aussen nach innen wie der Wabeninhalt nach aussen gelangen. Wären solche absolut gleichen Druckverhältnisse denkbar, so hinge die Bewegungsrichtung von anderen Factoren ab, nämlich der Masse der anziehenden Körper. Da diese im Waben-

inhalt sicherlich kleiner ist als in der Aussenwelt, findet ein Strömen nach aussen statt. Damit kommt man wieder zu einem Ueberdruck in der Wabe. Denn als hindernd für chemische Attraction kann man sich diese Wabenwände nicht denken.

Die Frage nach dem Einfluss der Oberflächenspannung erledigt sich ziemlich einfach, wenn man wie RHUMBLER, v. ERLANGER u. A. den Zellinhalt rücksichtlich seiner physikalischen Eigenschaften einer Flüssigkeit gleich setzt. Dazu aber hat man, da in jeder Zelle geformte Elemente nachweisbar sind, kaum ein Recht. Man könnte den Zellinhalt nur einem Flüssigkeitstropfen gleich setzen, in dem sich eine grössere Masse geformter Elemente befinden, die zu der Flüssigkeit in innigen chemischen Beziehungen stehen. Diese Beziehungen wird für die Gerüste, Fibrillen, Granula der Zelle wohl Niemand ableugnen wollen. Ob sich aber derartige Flüssigkeiten, in denen ungemein wechselnde innere Spannungen herrschen müssen, physikalisch ganz gleich homogenen Flüssigkeiten verhalten, ist mehr als zweifelhaft. Giebt man sich diesem nicht unberechtigten Gedankengange hin, so schwankt sofort ein Satz der z. B. für die RHUMBLER'schen Anschauungen betreffs der Nahrungsaufnahme der Amöbe fundamental ist, der Satz nämlich, dass, wenn man einen Flüssigkeitstropfen berührt, an der Berührungsstelle die Oberflächenspannung herabgesetzt wird. Dieser Satz stimmt nur für homogene Flüssigkeitstropfen. Wie er sich für einen Tropfen verhält, der central und peripher verschieden dicht ist, der eine grosse Masse geformter Bestandtheile, die zum Theil dauernd ihre Lage ändern, verhält, das steht dahin. So kann man bei der Vorstellung von einer Amöbe, die einen Nahrungskörper umfliesst, zum entgegengesetzten Schluss wie RHUMBLER kommen. Würde nämlich an dem Punkt der Amöbe, an dem sie mit dem Nahrungskörper zusammentrifft, der Oberflächendruck herabgesetzt werden, so müsste, indem das Plasma nach diesem Punkte fliesst, dort ein Pseudopodium entstehen, der Nahrungskörper also fortgestossen werden. Das Umfliessen des Nahrungskörpers durch die Amöbe wird nur verständlich, wenn man annimmt, dass an dem Berührungspunkt die Oberflächenspannung erhöht wird. Ist dies der Fall, so sinkt sie in der Umgebung des Berührungspunktes, dort fliessen dann Pseudopodien vor und zwar immer an den Stellen, wo die Spannung am geringsten ist.

Auch die oberflächliche Oelschicht QUINCKE's mit der Diffusionsstromtheorie dürfte, so geistvoll sie ist, als unbewiesen gelten, weil eben die Oelschicht noch nicht nachgewiesen ist.

Es könnte noch die Frage zur Erörterung kommen, ob nicht bei den Zellen, die gegen die Aussenwelt durch eine Membran abgeschlossen sind, diese Membran ein mechanisch oder chemisch electives Verhalten — es ist dies in letzter Instanz identisch — gegen die Nahrungsstoffe hat, die der Zelle zufliessen. Soweit diese Nahrungsstoffe grössere ge-

formte Körper sind, erledigt sich diese Frage von selbst. Ueber ein chemisch electives Verhalten dieser Membran dürfte sehr schwer etwas zu eruiren sein. Bei der Feinheit derselben ist die Annahme, es wirken die ihr von innen anliegenden Trophomigmamassen oder Bioiden durch sie hindurch, nicht von der Hand zu weisen. Dieselbe Erwägung betrifft auch die Frage, ob der Kern eine Membran besitzt resp. wie sie gebaut ist. Sie ist vielfach, so von R. Hertwig, Flemming ganz sicher nachgewiesen. Hat sie, wie R. Hertwig für Spinneneier angiebt, Poren, so ist die Vorstellung über die Art des Stoffaustausches zwischen Kern und Protoplasma sehr einfach.

Es ist ebensowenig möglich, sich hinsichtlich seiner physikalischen Beschaffenheit eine Vorstellung von dem Trophomigma zu machen, wie es möglich ist, sich eine solche von den Bioiden zu bilden. Wir haben bei früherer Gelegenheit die Gewebe physikalisch als ein Gemenge verschiedener gelatinirter colloidaler Lösungen angesprochen, uns dabei aber auch nicht verhehlt, dass diese Lösungen schon wieder gemischt mit Salzlösungen zu betrachten sind. Diesem für jedwede klare physikalische Anschauung zur Zeit viel zu complicirten Gemenge tritt ein auch sehr complicirtes örtlich verschiedenes Gemenge, das Trophomigma, gegenüber. Es wäre verwegen, irgendwie specieller überlegen zu wollen, was dann physikalisch geschieht. Ganz allgemein aber dürfte folgende Betrachtung nicht ungerechtfertigt sein.

Nach Ostwald's Gesetz von den räumlichen Vernutzungserscheinungen der Energie gleicht sich freie Energie immer aus. Sie geht dabei in letzter Instanz stets in Wärme über. Für die Verwandelbarkeit der Energie sind Differenzen der Intensitätsgrösse Voraussetzung. Die Leitung der Energie sucht die Differenzen auszugleichen, erfolgt also im directen Verhältniss der Differenzgrösse, wird im Uebrigen von allen physikalischen Eigenschaften des Leiters bestimmt. Diese Gesetze sind für die Diffusionsvorgänge, welche bei der Ernährung der Gewebe von Thier und Pflanze eine bedeutende Rolle spielen, von höchster Wichtigkeit. Die Differenzen der Intensitätsgrösse der Energieen sind, abgesehen von allen motorischen Kräften, in den Differenzen gegeben, die die einzelnen Theile rücksichtlich des Gehalts an verschiedenen Stoffen aufweisen. Die dadurch freien Energieen strömen nach dem Orte niederen Gehalts, gleichen den Gehalt aus und erzeugen in letzter Instanz Wärme. Indem die Bioiden weiter zerfallen, kommt es wieder zu Differenzen der Intensitätsgrösse der Energieen. Bei alldem müssen die Formen erhalten bleiben. Dafür sorgen die physikalischen Eigenschaften der Leiter, indem die Colloidstoffe, aus denen die Gewebe zum grössten Theil sicher bestehen, für Diffusionen passiv zwar vorzügliches Material sind, activ aber nicht in Betracht kommen.

Es ist hier als Ursache für die Bewegung von Protoplasmabioiden

mehrfach die chemische Anziehung angenommen worden, die zwischen ihnen und Nahrungsmaterial resp. Theilen des Trophomigmas existirt. Man könnte das Recht zur Annahme mechanischer Bewegung als Folge chemischer Anziehung leugnen, weil das Experiment eine solche nicht zeigt, sondern stets, wenn wir Bewegung zwischen zwei Körpern beobachten, physikalische Ursachen für dieselben nachweisbar sind. Nun können wir aber nicht umhin, uns jede sogenannte chemische Veränderung von Körpern anders vorzustellen als durch Umlagerung ihrer Theile. Ob wir die Atome, Moleküle oder sonst wie nennen, ist gleichgültig. Mit einer Umlagerung von Theilen muss nothwendigerweise eine Bewegung verbunden sein. Wenn wir diese im Allgemeinen nicht wahrnehmen, so liegt das vielleicht nur an unseren mangelhaften Sinneswerkzeugen. Können wir aber im Besonderen eine Bewegung zwischen zwei Körpern beobachten, so haben wir kein Recht zu schliessen: diese Bewegung kann ihren Grund nicht in chemischer Anziehung haben, denn chemische Anziehung setzt sich nicht in mechanische Bewegung um. Hier wird eine negative Beobachtung als Thatsache angegeben, also etwas Subjectives als Objectives. So lange daran festgehalten werden muss, dass chemische Veränderung Umlagerung, Bewegung von etwas Körperlichem ist, so lange kann auch der Schluss, dass Bewegung von Körpern durch chemische Anziehung hervorgebracht wird, nicht bestritten werden. Unter welchen Verhältnissen diese Bewegungen für uns wahrnehmbar sind, ist eine andere Frage. Wer die Bewegung der Bioiden als Ausdruck chemischer Anziehung nicht anerkennt, kann sich nur auf die Erfahrung mit anderen Körpern berufen. Diese Erfahrungen dürften einen Werth nicht haben, weil wir uns die Bioiden als Körper in physikalischer und chemischer Beziehung ungemein verschieden von allen anderen Substanzen vorzustellen haben. Man denke nur, dass sie mindestens stets aus zwei Stoffen und zwar zwei sehr komplicirt gebauten Stoffen bestehen müssen und dass zwischen diesen beiden Stoffen dauernd Verbindungen geschlossen werden.

Die Ganglienzelle verarbeitet wohl kein Nahrungsmaterial. Die Zelle im Allgemeinen verarbeitet ihre Nahrung, um zu wachsen, d. h. sich zu erhalten und zu theilen. Theilung ist ihr letzter Lebenszweck, deshalb Production von Kerntrophomigma vornehmste Aufgabe des Protoplasmabioiden. Die Ganglienzelle theilt sich nicht. Sie wächst, indem sie sich fertige Stoffe anlagert. So lebt sie eine beschränkte Zeit. Dass diese nicht gar zu kurz ist, dafür sorgen für zur Aufnahme in den Kern fertig vorbereitete Kernmassen, die sie durch Auflösung fremder Kerne in ihrem Protoplasma erhält. Diese Auflösung kann rein mechanisch sein. Vielleicht tragen zu ihr, wie eventuell auch zu gewisser Veränderung der Kernstoffe, Substanzen bei, die aus dem Plasma in die Zelle diffundiren, wie auch vielleicht etliche von den ur-

sprünglich dem Leukocyten-Protoplasma angehörige Bioiden in der Nervenzelle noch eine gewisse Rolle spielen mögen. Diese Rolle muss schon aus dem Grunde eine recht bescheidene sein, weil der bei weitem grösste Theil derjenigen Leukocyten, die in die Ganglienzelle aufgehen, arm an Protoplasma ist.

Capitel 9.

Die Nervenzelle ist kein Organismus, ist keine Zelle im biologischen Sinne. Die Leistung der Nervenzelle.

Die Nervenzelle ist kein Organismus. Sie wächst nicht im biologischen Sinne, nicht durch Assimilation von Nahrungsmitteln und sie pflanzt sich nicht fort. Sie entsteht und wächst, indem sich Zellen addiren. Nach bestimmter Zeit geht sie unter ohne Theile abgegeben zu haben, die ihre Art fortpflanzen. Im Gegensatz zum Organismus, dessen Organe nur um seinetwillen existiren, können wir in der Nervenzelle Bildungen antreffen, die keine Organe sind d. h. im Interesse von Dingen existiren, die sich ausserhalb des Körpers befinden, in dem sie liegen. So wird es erklärlich, wenn, wie thatsächlich, Fasern diesen Körper im Rückenmark wie im Gehirn von Fortsatz zu Fortsatz durchsetzen und ganz offensichtlich nicht den Zwecken dieses Körpers, sondern der Verbindung entfernter Orte dienen.

Die Nervenzelle hat mit dem Begriff der Zelle als Organismus nichts gemein. Indem sie aus wahren Zellen additiv entsteht, werden diese dem Tod geweiht. Der Körper, den wir Nervenzelle nennen, ist ein Ding, das von Bahnen durchzogen wird, die von der Peripherie (im Gegensatz zu den Centralorganen) des Individuums zur Peripherie ziehen. Bei ihrer Entstehung durch Zusammenfliessen anderer Zellen zu einem grösseren Körper fasst dieser Körper vorhandene Bahnen rein räumlich zusammen und wird damit zur Nervenzelle. Trifft eine dieser Bahnen in der Peripherie ein Reiz, so wird derselbe all den Bahnen mitgetheilt, die denselben Nervenkörper durchziehen. Dieser ist dabei nicht activ. Er wirkt wie eine feuchte Masse, die an einer kleinen Stelle mehreren sich nicht berührenden Kupferdrähten aufgelegt ist. Stellt man sich vor, dass jeder dieser Drähte an seinem einen, von der Masse diesseitigen Ende, einen elektrischen Klingelapparat hat, so läuten alle Glocken, wenn auch nur ein Draht jenseits der durch die feuchte Masse verbundenen Stelle von einem Strom getroffen wird. Je nachdem die Masse verschiedene Drähte verbindet, läuten verschiedene Glocken, wenn ein jenseitiges Ende eines der verbundenen Drähte mit Strom beschickt

wird. Die Nervenzelle ist kein Organismus, hat kein eigenes Leben, keine Individualität. Nur durch ihr Werden im Sinne des Zusammenfliessens von Zellen und ihr Sterben im Sinne der Vermischung ihrer ursprünglich differenten Substanzen und deren Resorption, lässt sie bald die einen bald die anderen Glocken erklingen. Nie aber klingt eine Glocke, weil ein Strom in der Zelle entsteht.

Die Enden der Nerven können zum Auffangen sehr feiner, in der Aussenwelt vorgehender Bewegungen irgend welcher Art mit Apparaten, den Sinnesepithelien ausgestattet sein; sie können aber auch in der äussersten Peripherie frei oder als Netze enden. Derartige Endigungen sind namentlich bei Wirbellosen vielfach nachgewiesen worden.

Gegen die Annahme, nach welcher von der Nervenzelle kein Reiz ausgehe, ist der Hinweis darauf, dass man nach Reizung der Hirnrinde oder der Rückenmarksvorderhörner, also der Stellen, in denen besonders viel Ganglienzellen liegen, Bewegungen der Peripherie auslöst, hinfällig. Denn reizt man die Bahn, auf der diese Erregungen unzweifelhaft geleitet werden, nämlich den peripheren Nerv irgend wo, so werden auch Bewegungen ausgelöst. Ein sprechender Beweis für die gleichen Vorbedingungen in den gereizten Substanzen ist die grosse Uebereinstimmung der Gesetzmässigkeit der elektrischen Verhältnisse innerhalb der grauen Nervensubstanz einerseits und im peripheren Nerven andererseits. Sie allein schon führt zur Vermuthung, dass die Substanzen, auf welche der Reiz hier wie dort trifft, unter gleichen inneren Bedingungen stehen müssen. Der Reiz, der eine Nervenzelle trifft, muss Bahnen treffen, weil sie von Bahnen durchzogen wird.

Entfernt man die Hirnrinde und reizt dann die dadurch blosgelegte weisse Masse, so erhält man ähnliche Reizeffecte als von der Rinde aus. Diese durch HERMANN, COUTY u. A. nachgewiesene Thatsache zwingt unabweisbar zu dem Schluss: Das Vorhandensein der Hirnrindenzellen ist für den Reizeffect ohne Belang. Da wir nun annehmen müssen, dass zur Hirnrinde Reize von der Peripherie her gelangen und an die Peripherie weiter gegeben werden, da wir ferner wissen, dass die Hirnrindenzellen von Bahnen durchzogen werden, können wir diese Bahnen als identisch ansehen und haben keine Veranlassung den Zellen eine eigene Thätigkeit zuzusprechen. Ihr Werth ist allein in einer rein passiven Uebertragung des Reizes auf die sie durchsetzenden Bahnen zu suchen.

Auch die marklosen Nervenfasern im Centralnervensystem müssen isolirt sein, sonst würde jede Erregung eines Punktes der Hirnrinde sich auf die ganze Rinde erstrecken; dies ist nicht der Fall. Wodurch die Isolirung bewirkt wird, wodurch der die marklosen Nervenfasern umfliessende Leukocyt diese Isolirung aufhebt, steht dahin. Theoretisiren lässt sich darüber viel.

Man hat kein Recht zu schliessen, die Reize, die unter physiologischen Verhältnissen zu sogenannten willkürlichen Bewegungen führen, gehen von den Nervenzellen aus, weil sie, künstlich erregt, Bewegungen auslöst. Man hat dazu um so weniger Recht, als es unerfindlich ist, woher unter normalen Bedingungen die Reize kommen sollen, die auf die Zelle wirken. Eine andere Quelle für sie als in der Aussenwelt zu suchen, geht nicht an. Denn sieht man die Quelle in der Ganglienzelle selbst, so kommt man, da ihre Thätigkeit von der Nahrung unabhängig ist, zu einer Wirkung ohne Ursache. Die Zelle kann unmöglich gleichzeitig die Kräfte schaffen, die sie erregen und in einen Zustand gerathen, der Folge dieser Erregung ist. Könnte sie das, so producirte sie Kraft. Kraft wird aber nicht producirt, sondern nur erhalten oder umgesetzt. Liegt aber die Quelle in der Aussenwelt, wo sie liegen muss, so ist kein anderer Weg zu sehen, wie sie auf die Nervenzelle wirken kann als durch Vermittelung der Peripherie.

Für alle anderen Zellen des Metazoon stellen die Mittel zu ihrer Erhaltung und Fortpflanzung, die Nahrung, gleichzeitig die Stoffe vor, welche ihre Thätigkeit anregen, unterhalten und beeinflussen. Einfacher Beweis dafür ist, wie mit veränderter Nahrung sich die Lebensäusserungen der Zellen ändern. Ob man ein Individuum nur mit Eiweiss oder nur mit Kohlehydraten, ob man es mit oder ohne Salze ernährt, das zeigt sich an den Leistungen seiner Knochen-, Muskel-, Leber-, Darm-, Nieren-, Magenzellen etc., aber seine Nervenzellen verrathen nichts davon. Ob man einem Individuum Tage lang nur Eiweiss oder nur Kohlehydrate oder auch nur Wasser giebt, ist für sein Fühlen, Wissen, Denken ohne Belang. Die Nervenzelle hängt in ihrer Thätigkeit nicht von der Nahrung ab. Das ist unerklärlich, hätte sie eine ihr eigene Thätigkeit. Die hat sie nicht. Sie selbst erregt keinen Zustand weder für sich noch in Folge davon für andere Theile. Sie schöpft aus den Nahrungsstoffen nicht die Quelle ihrer Kraft und ist dazu auch nicht im Stande, weil sie kein Organismus ist, weil sie keine Organe hat, Nahrungsstoffe zu verarbeiten. Und weil sie dies nicht kann, wächst sie nicht, theilt sie sich nicht, sondern ist entstanden bereits dem Verfall geweiht.

Man könnte einwenden, dass es Stoffe giebt, die auf das centrale Nervensystem wirken und deshalb sei die Anschauung, nach der es für Reize nur durch Vermittelung der Peripherie zugängig ist, nicht richtig. Es existiren angeblich eine ganze Anzahl solcher Stoffe. Der bekannteste und am besten studirte wird wohl das Chloroform sein. Liest man die Autoren nach, die sich mit der Wirkung des Chloroform befasst haben, so kehrt merkwürdigerweise die Anschauung immer wieder: „Die Allgemeinerscheinungen nach Chloroform sind wesentlich eine Folge der

Beeinflussung des Centralnervensystems.“ Ich citire diesen Satz aus dem Artikel „Chloroform“ in Eulenburg's Realencyclopädie, der wohl als Ausdruck der zur Zeit herrschenden Ansichten betrachtet werden kann. Der Artikel lautet dann weiter: „Die allgemeinen Wirkungen, wie sie sich besonders nach Inhalationen von Chloroform beim Menschen documentiren, werden am geeignetsten in drei Stadien getheilt (Sanson, Nussbaum): das erste, das Stadium der Willkür, wo der zu Anästhesirende noch sein freies Bewusstsein besitzt und zunächst das Gefühl einer über den ganzen Körper sich verbreitenden Wärme, daneben aber auch in Folge local irritirender Wirkung zuweilen brennendes Gefühl in der Conjunctiva, Kratzen im Schlunde und Kehlkopf und Hustenreiz empfindet. Durch das bald sich einstellende grosse Behagen und Leichtsein mildern sich wie im Alkoholrausche diese störenden Empfindungen; dagegen entwickelt sich Kriebeln und Prickeln in den Extremitäten, Eingeschlafensein und pelziges Gefühl in den Fingern und Zehen, verminderte Geruchs- und Geschmacksempfindung. Das Hören und Sehen wird undeutlicher, Töne werden wie aus weiter Ferne und dumpfer vernommen und selbst in der Nähe befindliche Gegenstände erscheinen wie in eine Wolke gehüllt. Nachdem dieser Zustand 1—3, manchmal 5—6, nur selten 15 Minuten und darüber gedauert hat, verliert der Inhalirende das Bewusstsein . . .“

Wenn man diese Beschreibung der beginnenden Narkose liest, muss man sich unwillkürlich fragen: wodurch wird denn die Behauptung, dass die Allgemeinerscheinungen der Narkose Folge der Beeinflussung des centralen Nervensystems sind, gerechtfertigt? Zieht man aus den Thatsachen unbefangen einen Schluss, so lautet er: Das ganze Nervensystem wird beeinflusst und zwar zuerst das periphere und dann erst das centrale. Denn im „Stadium der Willkür, wo der zu Anästhesirende noch sein freies Bewusstsein besitzt“, zeigen sich ganz deutliche Erscheinungen am peripheren Nervensystem, wie „Kriebeln, Prickeln in den Extremitäten, Eingeschlafensein und pelziges Gefühl in den Fingern und Zehen, verminderte Geruchs- und Geschmacksempfindung. Das Hören und Sehen wird undeutlicher“ etc. Da das Bewusstsein noch frei ist, kann man diese Störungen unmöglich in das centrale Nervensystem verlegen oder dieses ist nicht der Sitz des Bewusstseins. Die primären Störungen der physiologischen Verhältnisse bei der Narkose liegen also in der Peripherie. Sind diese hochgradig geworden, so zeigen sich auch centrale Störungen. Da ist wohl der Schluss, dass diese die Folge jener sind nicht gut abzuweisen. *Die Reflexe hören auf, nicht weil der Kranke das Bewusstsein verloren hat, sondern er hat das Bewusstsein verloren, weil die Peripherie nicht mehr erregbar ist.* Also auch dieser Weg führt zwingend zu der Annahme: Alle Vorgänge im centralen Nervensystem werden von der Peripherie ausgelöst.

Giebt man einem homoiothermen Thiere Curare, so tritt eine Lähmung ein, deren Sitz nach zahlreichen Versuchen unzweifelhaft in den motorischen Nervenendigungen zu suchen ist. Während zuerst die Sensibilität und das Sensorium noch erhalten sind, sinkt die Sensibilität allmählich und dann erst, bei mittleren Gaben nach 3—5 Stunden, geht das Bewusstsein verloren, kommt es zu Lähmungserscheinungen des centralen Nervensystems. Wir schliessen: Ist die Empfänglichkeit für Reize der gesammten peripheren Nervenapparate verloren gegangen, so geht das Bewusstsein verloren. Bewusstsein ist die Summe der gesammten auf die Nervenendapparate wirkenden Reize.

Es giebt keine Stoffe, die allein auf das centrale Nervensystem wirken. Sie beeinflussen alle das centrale und das periphere Nervensystem, häufig zuerst das periphere. So lässt sich diese Reihenfolge der Beeinflussung auch für das Morphium nachweisen. Was andere Substanzen, z. B. den Alcohol, Blei betrifft, so sprechen die peripheren Neuritiden deutlich genug für ihre Wirkung auf die Nervenstämme.

Auf die Nervenendapparate wirken dauernd eine grosse Anzahl von Reizen. Luftdruck, Licht, Wärme, Magnetismus, Elektricität, Schall sind diejenigen Kräfte, unter deren Wirkung die Nervenendigungen dauernd stehen. Verlieren sie die Möglichkeit, auf diese Kräfte zu reagiren, so leiten sie die Reize nicht nach den Centralorganen und diese sie nicht weiter; weil die Centralorgane keine Reize weiter geben, hört das Bewusstsein auf. Wenn nun die Nervenzellen nichts weiter als Multiplicationsstationen sind, in denen jeder aus der Peripherie eintretende Reiz einer grossen Anzahl von peripheren Stellen mitgetheilt wird, so muss das Bewusstsein in gleicher Art verloren gehen, ob die ganze Peripherie für Reize nicht mehr empfänglich ist oder ob die Zelle die Reize nicht mehr weiter leitet. Deshalb können Erkrankungen der centralen Nervenmasse Bewusstseinsverlust mit sich bringen.

Versuchen wir die Anschauung, nach der von dem Centralnervensystem primär kein Reiz ausgeht, an der Hand der phylogenetischen Reihe zu beweisen. Die einzelligen Lebewesen, denen man Nervenfasern oder, wie ihre Benennung allein schon sagt, Nervenzellen nicht zusprechen kann, zeigen deutlich Empfindung, deren Sitz häufig die äusseren Schichten sind. Wir folgern die Thatsache: Es giebt eine Empfindung ohne Nervenzellen oder -fasern. Die ersten Sinnesorgane d. h. mit specifischer Energie begabten Organe treffen wir in primitivster Form bei den Coelenteraten, bei denen etliche von den übrigen Ectodermzellen different gestaltete Zellen sich als Sinnesorgane repräsentiren. Mit diesem Geisseln tragenden Epithel (Tentakeln) stehen Fasern in Verbindung, so im Randkörper der Acraspeden. Bei den Craspedoten zeigt der Faserring unter dem wimpernden Epithel directe Beziehungen zu grossen Zellen. Das ist das erste Nervensystem. Folgerung: Wir stossen erst auf ein Nervensystem, wo wir Sinnesorgane

treffen. Das erste centrale Nervensystem treffen wir bei den Bilateraten. Die niedrigsten von ihnen, die Würmer, haben die meisten Sinnesorgane dorsal am Vordertheil des Körpers und dort liegt das Centralnervensystem. Deshalb kann man mit GEGENBAUR die Thatsache folgern: Die Lage des Centralnervensystems wird durch die Sinnesorgane bestimmt. Verfolgt man die Wirbellosen weiter, so zeigt sich bald, dass bei ihnen in gleicher Art wie bei den Vertebraten das centrale Nervensystem reicher an Zellen, das periphere an Fasern ist, aber in jenen sowohl Fasern wie in diesen Zellen vorkommen. Also: 1. Es giebt Empfindung ohne Nervensystem. 2. Es findet sich erst ein Nervensystem, wenn sich Sinnesorgane finden. 3. Die Lage des Nervensystems wird durch die Lage der Sinnesorgane bestimmt. Ergo: Reize können nicht vom Nervensystem ausgehen.

Nervenzelle wird eine Zelle im centralen Nervensystem erst in dem Augenblick, in dem sie zur Multiplicationsstation wird, in dem von und zur Peripherie eilende Fasern ihr Protoplasma durchziehen. Je nach dem Ort, von dem diese Fasern kommen und zu dem sie ziehen, eröffnet eine neue Zelle eine neue Combination von Erregungsmöglichkeiten. Jede Faser durchzieht die Zelle ununterbrochen von Fortsatz zu Fortsatz. Das Protoplasma der Zelle ist Vermittler des Erregungszustands auf alle die Zelle durchsetzenden Fasern. Kommt von einem Orte der Peripherie ein Reiz zur Zelle, so erregt dieser zahlreiche Bahnen, die diese Zelle durcheilen. Nimmt man an, dass etliche dieser Bahnen noch zu anderen Zellen und die Zellen selbst durch einen eventuellen Neurit zu anderen Zellen in Beziehung stehen, eine aus anatomischen und physiologischen Gründen wohl berechtigte Annahme, bedenkt man, dass wir an den Nervenendapparaten stets mehrere Fasern treffen, so wird verständlich, wie von jedem Reiz, der die Peripherie irgendwo trifft, die ganze Peripherie unterrichtet wird. Die grossartige Bedeutung, die das centrale Nervensystem für das Individuum hat, besteht darin, dass durch seine Einschaltung in die Bahnen die ganze Peripherie des Individuums in jedem Augenblick über jeden kleinsten Theil des Individuums orientirt wird. Diese Möglichkeit ist dadurch erreicht, dass Millionen von Bahnen durch Millionen von Zellen führen und jeder auf der Bahn fliessende Reiz in der Zelle und durch die Zelle zahllosen Bahnen übermittelt wird.

Die Fortsätze der Nervenzellen, Dendriten wie Neurit, halte ich für amöboider Natur und zwar die Dendriten für Protoplasmamasse, die längs der die Zelle durcheilenden Fibrillen vorgeströmt ist, während der Neurit ein Pseudopodium repräsentirt, das auf irgend einen anderen Reiz hin sich bildet. Man sieht an Amöben sehr oft, dass sie beim Umfliessen eines dünnen, festen Körpers dort, wo

der Körper aussen gegen sie grenzt, kleine Spitzen bilden. Nichts Anderes bedeuten die Dendriten des amöboiden Leukocyten. Ueber den Reiz etwas zu sagen, der zum Vorfliessen des Neuriten führt, ist zur Zeit unmöglich, will man nicht realen Boden verlassen. Die Form des Neuriten entspricht wiederum für die Fortsätze von Leukocyten bekannten Formen. Ich nehme den Thatsachen entsprechend an, der Neurit bilde häufig einen Faden, der sich am freien Ende zweigartig spaltet. Die Zweige greifen in die eines anderen Neuriten ein oder umfassen eine andere Zelle, schaffen so örtlich wechselnde, innige Verbindungen. Leukocyten mit fädigen, sich am Ende theilenden Ausläufern bildet Arnold in seiner schönen Arbeit über die Wanderzellen vielfach ab.

Würde der Mensch mit seinen Nervenzellen geboren und sie ewig behalten, so fehlt jede Aussicht, zu einem naturwissenschaftlichen Verständniss dessen zu kommen, was man als Psyche bezeichnet. Gehen dauernd Nervenzellen unter, entstehen dauernd neue, werden dadurch dauernd neue manifeste Nervenvermittelungen geschaffen, so ist ein Weg eröffnet, auf dem Erkenntniss winkt. Dieselben Bahnen liegen im centralen Nervensystem an denselben Orten und ob sie um ein Geringes höher oder tiefer von einer neuen Zelle statt einer alten absterbenden zusammengefasst werden, muss für die psychischen Erscheinungen des Individuums von geringem Belang sein. Daher bleibt das Individuum trotz des ewigen Werdens und Vergehens seiner Nervenzellen mit seinem Fühlen, Denken, Wissen, Empfinden im grossen Ganzen das gleiche. Die geringen Differenzen erklären sich unschwer eben durch die geringen örtlichen Differenzen irgend einer neu sich bildenden Zelle gegen irgend eine untergehende. Denn überall in der grauen Substanz gehen Zellen unter, überall entstehen neue. Bald werden zu dem neu entstehenden Multiplicationsapparat Fasern zugenommen, die ein alter, in der Nähe untergehender nicht mit einschloss, bald werden einige fortgelassen, die wieder andere Zellen zu neuer Combination fassen. Das dauernde Entstehen neuer Combinationen, der dauernde Untergang alter ist die Thätigkeit des centralen Nervensystems. Dass wir uns durch dieselbe nicht alle psychischen Erscheinungen, so namentlich nicht das Gedächtniss naturwissenschaftlich erklären können, ist ein in uns liegender Mangel, berechtigt aber nicht für diese functionelle Erscheinung noch irgend welche anderen mechanischen Vorgänge im Centralnervensystem anzunehmen. Diese Berechtigung ist um so geringer, als wir auch keine Vorstellung davon haben, was naturwissenschaftlich „Gedächtniss“ ist, wenn die Nervenzelle das Organ wäre, von dem diese Thätigkeit ausgeht.

Wir müssen daran festhalten, dass alle Erregungen der Nervenzelle ihr als Reiz von der Peripherie her zufliessen, dass von ihr kein Reiz ausgeht, dass ihre Thätigkeit passiv ist, nur in Uebertragung des Reizes auf viele Bahnen besteht.

Wenn aber die Nervenzelle untergeht, was wird dann aus den

Bahnen, den Achsencylinderfibrillen, die sie durchziehen? Die bestehen nicht nur fort, sondern schöpfen höchst wahrscheinlich aus der untergehenden Zelle neues Material. Da wir uns vorstellen müssen, dass auch der Achsencylinder wie alles Lebendige dauernd untergeht und neu entsteht, d. h. dauernd Theile von ihm verbraucht und ersetzt werden, da ferner die Achsencylinderfibrillen ihrem mikrochemischen Verhalten nach unzweifelhaft chromatine Substanzen vorstellen, da weiter eine bedeutende Quelle des Chromatins für sie in den Nervenzellen existirt und da diese Zellen ihr Chromatin nicht für Descendens wie gewöhnlich gebrauchen, sondern untergehen, hat die Vorstellung, die Achsencylinderfibrillen ersetzen ihre Chromatinverluste aus dem verfügbaren Chromatin der Nervenzellen wahrlich nichts Unberechtigtes. Diese Vorstellung erklärt auch, weshalb die Fasern wenigstens von Zeit zu Zeit Beziehungen zu den Zellen haben müssen und untergehen, wenn diese Beziehungen definitiv gelöst sind. In der Peripherie wie im centralen Nervensystem liegen die Bahnen fest, ein für allemal. Wir finden die peripheren Nervenstämme bis in die kleinsten Stämmchen stets am gleichen Orte und dass die Bahnen im Rückenmark wie im Gehirn stets am gleichen Orte liegen, haben Physiologie und Pathologie der letzten Decennien zur Genüge bewiesen.

Mit ziemlicher Schnelligkeit müssen die Nervenzellen entstehen und untergehen. Dafür spricht Verschiedenes. Wir sehen sehr häufig die kleinen Zellen in das Protoplasma der grossen eintreten, in dem sie von diesem zu $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$ und mehr umfangen werden. In dem Protoplasma der grossen Zellen selbst finden sie sich nur relativ selten. Daraus muss geschlossen werden, dass sie in demselben schnell zur Auflösung kommen. Wir treffen weiter die grossen Zellen in mannigfachen Stadien des Zerfalls an, d. h. in dem Stadium, in dem Kern und Protoplasma ihre Grenzen gegeneinander aufgeben; man kann 10, 15 oder wenn man will auch etwas mehr solcher Stadien construiren. Wäre der Zerfall ein langsamer, so müssten sich viel mehr solcher Stadien als different feststellen lassen. Also ist der Zerfall ein schneller.

So giebt es kein freies Denken. Alle psychischen Processe kommen durch zwei Factoren zu Stande, die stets gemeinsam wirken. Einmal werden von der Peripherie her, da sie dauernd der Einwirkung von Kräften ausgesetzt ist, dauernd Reize durch die centralen Zellen geleitet, die sie ihrerseits rein passiv vielen zur Peripherie eilenden Bahnen mittheilen; zweitens werden und vergehen diese Zellen dauernd; dadurch werden dauernd andere Fasern zusammengefasst, wird eine unendliche Grossartigkeit im Wechsel der Wege erreicht. Beide Factoren entziehen sich vollständig dem Einfluss des Individuums. Wir können zwar die Peripherie so gestalten, dass sie

nicht reagirt, wie in der Narkose, dann ist aber von einer Psyche nichts zu constatiren. In gleicher Art fehlt uns die Möglichkeit auf das Werden und Vergehen der Nervenzelle zu wirken. Könnten wir dies und ihr Entstehen und Schwinden sistiren, so würden alle Processe der Zellen das Metazoon ohne oder nur mit sehr geringer Beeinflussung aufeinander sich abspielen. Damit ist die Möglichkeit für ein dauerndes, inniges synergetisches Zusammenarbeiten der Theile im Metazoon vernichtet; damit verfällt das Individuum dem Tode. Der Einfluss aller Theile auf alle Theile ist nur durch ewigen Wechsel der Bahnen zu erreichen, denn es kann nicht jeder Theil mit allen dauernd durch Bahnen verbunden sein.

Alle Menschen stellen gleiche Stoffe vor, auf alle wirken die gleichen Kräfte. Deshalb müssen alle Menschen sich physisch und psychisch gleichen. Die minimalen Unterschiede erklären die Differenzen der an den verschiedenen Orten dieser Erde waltenden Kräfte. Da nicht zwei Orte denkbar sind, an denen absolut die gleichen Kräfte in gleicher Combination walten, giebt es weder zwei Menschen, die sich absolut physisch, noch zwei, die sich absolut psychisch gleichen. Die Unterschiede im Denken, Fühlen, Empfinden etc. sind minimale, berücksichtigt man die Gesammtheit des Denkens, Fühlens, Empfindens. Sie sind nicht grösser als die durch unsere Sinne nachweisbaren Unterschiede zwischen den Menschen, die Verschiedenheit ihrer Beine, Arme, Schädel, Augen, Nasen, Hände etc. Auch die erscheinen uns bedeutend und sind doch winzig im Vergleich zu der physischen Uebereinstimmung der Menschen.

Philosophen, Nationalökonomen, Statistiker haben längst nachgewiesen, dass es eine freie Willensbestimmung nicht geben kann. Es giebt sie nicht, weil unser Denken nicht frei ist — oder unsere Handlungen sind nicht Folge unseres Denkens.

Capitel 10.

Form und Function der Zelle werden durch Kräfte bestimmt, die am Orte ihres Lebens walten.

Aus weissen Blutkörperchen werden in der Narbe Bindegewebskörper. Dies steht seit langem Dank den Untersuchungen Cohnheim's fest.

Bindegewebszellen können zu Fettzellen werden.

Die Zellen in der Keimschicht der Haut sind membranlos, cylindrisch mit länglichem Kern. Sie theilen sich, rücken gegen die Oberfläche

hin, werden dabei rundlich und mit feinen Stacheln besetzt, durch die sie mit benachbarten Zellen in Verbindung treten. Indem sie weiter gegen die Oberfläche hin wandern, werden sie platt, erhalten eine Membran; im Innern tritt ein deutliches Netzwerk auf, die Stacheln werden sehr kurz und gehen dann ganz verloren. In der oberflächlichsten Schicht verhärtet die Zelle, wird platt, kernlos und ist somit dem Tode verfallen.

Loeb schnitt die Körperwand einer Seerose, Cerianthus membranaceus, ein und hielt die Wunde künstlich offen. Sie bildete sich zu einer Mundöffnung mit Nervenring und Tentakeln aus. Die aus den Zellen der Körperwand geborenen Zellen bildeten sich also in Form und Function abweichend von der Mutterzelle!

Michel constatirte bei Anneliden, dass nach Verletzungen sich die regenerirenden Gewebe sämmtlich, Muskeln, Gefässe, Nerven, Bindegewebe aus Epidermiszellen ersetzten.

Aus abgeschnittenen Stücken von Sprossen, Blättern, Wurzeln kann man unter günstigen Vegetationsbedingungen eine neue Pflanze ziehen. Sachs nennt diese Art der Vermehrung vegetativ. Indem sich aus einem Theil der Pflanze die ganze Pflanze mit allen ihren Organen ersetzt, bilden sich aus den vorhandenen Zellen zweifellos ganz anders geartete Tochterzellen aus oder es werden die der Mutterzelle gleich geborenen kindlichen Zellen umgeformt. Letzteres müssen wir annehmen. Denn nie hat man bei der Zelltheilung gesehen, dass die beiden nach der Theilung vorhandenen Zellen verschieden sind.

Nach den Untersuchungen von Colucci, G. Wolff, Erik Müller, Fischel, Brachet und Benoit, Röthig steht es fest, dass, wenn man Tritonlarven die Linse entfernt, sich dieselbe aus dem Epithel der Iris regenerirt. Wolff fasst seinen Standpunkt, von dem aus er eine Erklärung für die Thatsache zu finden glaubt, so zusammen: „1. Der Process der Linsenregeneration ist ein zweckmässiger Vorgang. 2. Es offenbart sich in ihm eine primäre Zweckmässigkeit, d. h. ein solche, die nicht auf Vererbung zurückgeführt werden kann. 3. Aus diesem Grunde ist der Process aus Darwinistischen Principien nicht zu erklären." Dieser teleologischen Anschauung kann man, gestützt auf gute Beispiele, an denen kein Mangel ist, eine dysteologische entgegenstellen. Alle heteromorphotischen Vorgänge sprechen gegen Zweckmässigkeitsprincipien bei Regenerationsprocessen — oder die verloren gegangenen Theile waren nicht zweckmässig. Fischel deducirt, indem er sich auf die embryologischen Verhältnisse stützt, dass nicht nur die Iris, sondern alle Zellen des Augenbechers in Folge merkwürdiger, unerklärlicher Eigenschaften die Fähigkeit haben, sich in Linsenfasern umzubilden. Einen exacten Beweis bleibt er schuldig. Weismann erklärt die Regeneration der Linse aus der Iris durch Ersatzdeterminanten, d. h. Reserven desjenigen Keimplasmas, aus dem ontogenetisch die be-

treffenden Theile sich entwickeln. Er giebt die Zweckmässigkeit zu, erklärt sie aber so als durch Selection geschaffen. Diese Theorie ist schwer haltbar, wenn man bedenkt, dass der abgeschnittene Schwanz der Eidechse nachwächst und der wieder abgeschnittene wieder nachwächst und so fort. Wie viel Ersatzdeterminanten soll denn solche Eidechsenschwanzzelle haben? O. Hertwig sieht in dem Regenerationsvermögen der Organismen eine primäre Eigenschaft der lebenden Substanz und meint, „dass jede Zelle des Körpers als Mitgift der Artzelle, von welcher sie abstammt, Idioplasma oder Anlagesubstanz enthält, welche Träger der allgemeinen Arteigenschaften ist.“ Diese Anschauung würde zwar erklären, weshalb aus Iriszellen Linsenfasern werden können, sie erklärt aber nicht, weshalb der durchschnittene Muskel nicht mittelst Muskelgewebe, sondern mittelst Narbengewebe sich vereinigt, weshalb das amputirte Bein der Eidechse nachwächst, beim Menschen aber nicht nachwächst.

Versuchen wir das Gemeinsame, was sich aus den einleitend angeführten, leicht an Zahl zu vermehrenden Thatsachen schliessen lässt, zusammenzufassen, so müssen wir sagen: Zellen, die unter andere Verhältnisse gerathen als diejenigen sind, die am Orte ihres bisherigen Lebens herrschten, verändern Form und Function. Diese Veränderung ist keine active Thätigkeit der Zelle, sondern nur die Folge der Einwirkung von Kräften, die ausser ihr liegen, d. h. der Aussenwelt. Beweis dafür sind die Erbgleichheit der Furchungszellen und die Thatsachen der Regeneration, speciell der Heteromorphose.

Mit vielem Scharfsinn hat Fischel zu beweisen versucht, dass die Furchungszellen mit specifischen Eigenschaften begabt sind. Er hat Eier von Beroë ovata im 16 Blastomerenstadium durch Druck so beeinflusst, dass sie in der Gallerthülle gegeneinander verschoben wurden und fand dann eine der Verschiebung entsprechende Vertheilung der Rippen. Er schloss daraus, dass die Furchungszellen nicht gleichwerthige, sondern specifizirte Gebilde sind, die Roux'sche Mosaiktheorie also zu Recht besteht. Man kann ganz anders folgern. Eine Differenzirung der Zellen muss mal stattfinden, sonst könnten keine differenten Zellen existiren. Bei Beroë ovata hat diese Differenzirung schon im 16 Blastomerenstadium stattgefunden. Mit der gegenseitigen Verschiebung der acht Makro- und Mikromeren hat sich nichts geändert als nur ihre gegenseitigen Druckbeziehungen; diese können aber allein unmöglich erklären, weshalb sich an dieser oder jener Stelle Rippen bilden. Zur Erklärung für die Rippenbildung sind die gesammten chemischen und physikalischen Kräfte heranzuziehen, die am Orte der Zellen herrschen, die Rippen bilden. Verschiebt man die differenzirten Zellen, so können die Rippen nur verschoben werden. Für die Specifität der Keimzellen beweist der Versuch also nichts.

Wie eindeutig und fundamental aber sind die Versuche gegen die

Specifität! DRIESCH hat am Seeigelei, an demselben Object FIEDLER, früher schon CHABRY am Ascidienei nach Zerstörung einer der zwei ersten Blastomeren die andere sich zum ganzen Keim von halber Grösse entwickeln sehen. Wenn HERLITZKA das zweigetheilte Tritonei so durchschnürte, dass die beiden ersten Furchungskugeln innerhalb der Gallerthülle isolirt wurden und jede einen ganzen Embryo von halber Grösse entwickelte, so gilt nur ein Schluss: Die Keimzellen bestimmen die Masse, die Form aber die Kräfte ausser ihnen. Die Masse muss nach dem allgemein giltigen Gesetz von der Erhaltung des Stoffes erhalten bleiben. Ob sie in ihrer Art erhalten bleibt, liegt nie an der Masse. Wenn der quantitativ für einen Embryo normale Keimstoff x mal getheilt wird und theilbar wäre, so müsste jeder der Embryonen den x ten Theil so gross wie der normale Embryo sein. Quantitativ normal ist der Keimstoff, wenn zwei ganze Chromatinfäden zweier Kerne und zwar je einer weiblichen und einer männlichen Fortpflanzungszelle in einem Kern vereinigt sind. Bestimmten die Keimzellen auch die Form, so müsste jeder Theil des durch x getheilten Keimstoffes nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ den x ten Theil des Keimstoffes vorstellen. Dann könnten die getrennten ersten beiden Furchungskugeln nicht je einen ganzen Embryo von der halben Grösse des normalen Embryos produciren, sondern sie müssten je einen halben normalen Embryo, die rechte oder die linke Hälfte bilden. Die Richtigkeit dieser Erwägungen lehren weiter evident die Versuche, welche DRIESCH und dann WILSON mit der HERTWIG'schen Schüttelmethode angestellt haben. Lösten sie die ersten zwei, vier oder acht Furchungskugeln, so erhielten sie zwei, vier oder acht Embryonen von je $^1/_2$ oder $^1/_4$ oder $^1/_8$ Grösse des normalen Embryos.

ROUX construirte den Begriff der Postgeneration. Postgeneration soll eine „Umordnung“ und „Umdifferenzirung“ von Zellen sein, während im Gegensatz dazu die Regeneration eine Proliferation von Zellen vorstellt. Da bei der Postgeneration schliesslich auch ein plus vorhanden ist, aber nur eine „Umordnung“ und „Umdifferenzirung“ stattgefunden haben soll, muss man logischerweise zu einer Art WEISSMANN-scher Ersatzdeterminanten-Lehre kommen. Da diese nicht annehmbar erscheint, kann auch eine Postgeneration nicht anerkannt werden.

Sehr treffend bemerkt O. HERTWIG, dass die linke Furchungszelle sich zur linken Körperhälfte entwickelt, nicht weil sie dazu an und für sich bestimmt, also mit den nöthigen Kräften und dem nöthigen Material ausgestattet ist, sondern weil sie zur rechten Furchungszelle in Beziehung steht. Solche Beziehungen werden natürlich für die einzelne Zelle von desto grösserer Bedeutung sein, je weniger derartige Beziehungen sie hat. Deshalb ist ihre Bedeutung, je weiter vorgeschritten das Entwickelungsstadium ist, d. h. je mehr Theilzellen gebildet sind, desto geringer.

Legt man die bildenden Kräfte in die Zelle, so ist ein Verständniss nicht recht möglich für die Experimente von O. Hertwig, Born, Driesch, Ziegler u. A., die für die definitive Form des Embryos die Lage der ersten Furchungskugeln zueinander ganz einflusslos fanden. Indem sie diese Lage beliebig änderten, entwickelten sich stets normale Embryonen. Also brauchen die ersten Furchungskugeln zueinander nicht in bestimmten, sondern überhaupt nur in Beziehungen zu stehen. Diese Beziehungen haben aber mit der Form des Embryos nichts zu schaffen, sondern nur mit der Grösse. Denn hören die Beziehungen auf, so entstehen auch ganze Embryonen, nur entsprechend kleinere. Daher können die formenden Kräfte nicht in der einzelnen Zelle liegen, sondern müssen ausserhalb zu suchen sein. Die Zelle kann nur den Stoff hergeben, was aus ihr wird, ihre Form und Function bestimmen die Kräfte, die am Orte ihres Lebens walten.

Mit derartigen Anschauungen ist folgender Gedankengang Loeb's unvereinbar. Bringt man Seeigeleier in verdünntes Seewasser, so platzt die Membran, ein Theil des Inhalts strömt aus, bleibt aber mit dem Eiinhalt in Verbindung, so dass dieser als Ganzes nunmehr eine hantelförmige Figur darstellt. Bei der Furchung passiren die Zellen den Engpass, so dass die Blastomeren insgesammt auch eine Hantel darstellen. In 50 % der Fälle entwickelten sich zwei Embryonen, trotz der „idealsten“ gegenseitigen Beeinflussung der Zellen. Die Zahl der aus einem Ei hervorgehenden Embryonen soll nun nach Loeb von der geometrischen Form der Eisubstanz abhängen, „denn bei dem in eine Doppelkugel verwandelten Ei stehen beide Kugeln in innigerem Zusammenhang als zwei sich berührende Furchungszellen und doch können sie sich zu getrennten Embryonen entwickeln“. Der einfachere Schluss dürfte lauten: Ist das Mittelstück der Hantel so eng, dass die Zellen der Blastula dort aneinander schliessen, so existiren zwei Blastulae, deren Zellen nach dem Innenraum hin und von ihm her also in der jetzt wesentlichsten Richtung sich gegenseitig gar nicht beeinflussen können, weil die Innenräume nicht communiciren. Findet durch das genügend weite Mittelstück der Hantel Communication der Hohlräume statt, so existirt eben nur eine Blastula, und da deren Zellen sich nach dem gemeinsamen Hohlraum hin genügend beeinflussen, selbstverständlich auch nur ein Embryo. Blastula ist ein in sich geschlossener Hohlraum und wo zwei Embryonen sind müssen auch zwei Blastulae gewesen sein. Aus einer Blastula können nie zwei Embryonen werden!

An den Enden der Amputationsstümpfe, an denen Regeneration stattfindet, tritt zuerst ein Zellenmaterial auf, das keinerlei specifische Differenzirung zeigt. Will man die spätere Differenzirung in Nerven-, Knochen-, Muskelgewebe etc. zu erklären versuchen, so giebt es drei Möglichkeiten als Ursache dieser Differenzirung. Entweder liegen die

Kräfte in den Zellen, eine Anschauung, die von allen Präformations- und Evolutionstheoretikern und allen Specifitätsverfechtern logischerweise vertreten werden muss oder der Organismus als Ganzes sorgt, wie namentlich SPENCER und O. HERTWIG wollen, für den passenden Ersatz verloren gegangener Theile oder die Zelle liefert nur das Material, Form und Function bestimmen aber Kräfte, die ausser ihr liegen. Zu diesen Kräften gehört naturgemäss ihre Beziehung zum Ganzen; diese stellt aber nur einen Theil der Kräfte vor.

Zur Kritik der Anschauungen der Präformations- und Specifitätstheoretiker: Die Zelle hat gewisse Eigenschaften und daraus resultirend Kräfte wie jedes Ding, nur hat sie keine anderen Kräfte als ganz allgemein in der Natur vorhanden sind. Eine Kraft der Selbstformung, Selbstdifferenzirung kennt die Natur nicht. Sehen wir an irgend einem unbelebten Ding irgend eine Form, so suchen wir nach irgend einer Kraft, die auf das Ding von aussen eingewirkt hat. Belebtes und Unbelebtes muss von gleichen Kräften geformt werden — oder wir nehmen vitalistische Kräfte an. Deshalb kann die Zelle im Regenerationsgewebe, bis zu einem gewissen Punkte ihrer Beeinflussung durch die Aussenwelt, genau so wie die Zelle des Keimgewebes Alles bilden. Deshalb werden die regenerirten Gewebe heteromorphisch, wenn die Bedingungen der Aussenwelt geändert werden. Die Heteromorphose wird zum Wunder, verlegt man die bildenden Kräfte in die Zelle; sie wird der natürliche Ausdruck veränderter Verhältnisse, verlegt man die Kräfte in die Aussenwelt der Zelle. Denn verändert hat sich an der Zelle nichts, nur etliches in der Aussenwelt. Folglich kann dieses nur die Ursache der heteromorphen Bildung sein.

T. H. MORGAN beschreibt in sehr eingehenden Versuchen, wie Theilstücke von Planaria maculata oft an rechter Stelle einen Kopf und einen Schwanz entwickeln, manchmal an einem Ende geschlossen bleiben und nur einen Schwanz oder einen Kopf entwickeln, manchmal hinten und vorn einen Kopf bilden. Dieselben Zellen, die also bei dem einen Thier ein abschliessendes Deckgewebe produciren, bilden bei dem anderen einen Kopf und dem dritten einen Schwanz.

Man könnte den Versuch machen für eine Specifität der Zelle mit dem Einwand zu fechten, die Stücke von Planaria maculata produciren immer nur Stücke, die zu Planaria maculata und nicht zu einer anderen Planaria passen. Es soll auf diesen Einwand bald eingegangen werden. Im Uebrigen sei diesbezüglich auch auf das Capitel „Von der Vererbung“ verwiesen.

Auf den Vorwurf der Begriff „Selbstdifferenzirung“ sei nicht richtig erfasst worden, ist zu erwidern, dass ROUX, der den Begriff aufstellte, als Gegenbegriff die „correlative oder abhängige Differenzirung“ construirte. Unter dieser Abhängigkeit kann nur eine solche von der

Aussenwelt verstanden sein, wie das auch Roux erklärt, weil bei der Selbstdifferenzirung die ursächlichen Factoren in die Zelle verlegt werden. F. Reinke, der sich Roux's Anschauungen gern anschliesst, bemerkt sehr logisch in specieller Ausführung dieses Gedankens „dass die Zellen durch die Reizwirkung abhängig von dem Reiz werden, dem sie sich angepasst haben“. Also: Die Zelle passt sich dem Reiz an und hat sie sich angepasst, dann wird sie abhängig von dem Reiz. Soll denn die werdende, wachsende Zelle nicht von dem Reiz abhängig sein? Und wann hört denn eine Zelle auf zu wachsen? Die Zelle ist nie oder immer abhängig von dem Reiz und was wir an ihr beobachten, ihre Form und ihre Function, ist nie oder immer Ausdruck des Reizes.

Vielfach zeigt sich F. Reinke in seinem „Grundzüge der allgemeinen Anatomie“ von der Vorstellung eingenommen, die Zelle müsse zu verschiedenen Zeiten etwas ganz Verschiedenes sein. So schreibt er von den Zellen und den auf sie wirkenden Kräften: „Dieser Einfluss der Aussenwelt ist ganz zweifellos und mit mathematischer Exactheit geführt worden. Für die Differenzirung der Zelle kommt hierbei in Betracht, dass also ein äusserer Einfluss, wie Druck oder Zug, der zunächst auf die schon in bestimmter Richtung differenzirten Theile wirkt . . . .“ Also: die Zellen werden in bestimmter Richtung ohne den Einfluss der Aussenwelt differenzirt und dann kommt der Einfluss der Aussenwelt und differenzirt weiter. Nun ist aber doch unleugbar, dass die Zelle wie alles Existirende dauernden Einflüssen der Aussenwelt unterworfen ist. Wann fangen die nun an auf die Zelle zu wirken? Sollte nicht die Folgerung aus den Thatsachen einheitlicher und besser so lauten?: Der Einfluss der Aussenwelt auf die Zelle ist zweifellos; wir können ihn vielfach verfolgen; viele Erscheinungen an der Zelle können wir nicht als durch den Einfluss der Aussenwelt entstanden verfolgen; die Zelle steht stets unter dem Einfluss der Aussenwelt; ergo werden diese Erscheinungen wohl auch durch diesen Einfluss zu erklären sein. Statt dieser Folgerung findet man bei Roux, F. Reinke diesen Gedankengang: die Zelle steht zweifellos unter dem Einfluss der Aussenwelt; manche Erscheinungen können wir uns durch diesen Einfluss nicht erklären; folglich steht sie auch unter anderem Einfluss. Unsere mangelhafte subjective Beobachtungsfähigkeit wird also zum Beweis für eine Behauptung gebraucht.

Aus diesen principiellen Erwägungen geht es nicht an Roux und F. Reinke zu folgen. Man muss die umfangreichen Beobachtungen, die schönen Experimente Roux's, die klare Darstellung F. Reinke's bewundern, aber die Schlüsse, die sie ziehen, kann man nicht anerkennen. Wären sie richtig, so ginge durch die Erscheinungen der ganzen organischen Natur ein unheilbarer Riss, indem sie dann bald aus dem Dinge heraus, bald aus Wirkungen auf das Ding zu erklären sind. K e i n K ö r p e r a b e r w i r k t a u s s i c h h e r a u s. E r w i r k t, i n d e m e r K r ä f t e, d i e i h m ü b e r t r a g e n w e r d e n, w e i t e r g i e b t; e r

selbst producirt keine Kraft. So kommt es zu einem reciproken Verhältniss zwischen allen Dingen dieser Welt, indem auf jedes Alle wirken. Wer diesen Standpunkt aufgiebt und der Zelle eine Selbstbestimmung in irgend einer Form zuschreibt, kommt schliesslich dazu, eine Production von Kraft anzunehmen.

Auch die Spencer-Hertwig'sche Anschauung, die den Organismus als Ganzes für den passenden Ersatz verloren gegangener Theile ansieht, kann nicht als zutreffend anerkannt werden. Wäre sie es, so müsste das Regenerationsvermögen allen Organismen eigenthümlich sein, so müsste weiter, damit es zu einer Regeneration kommt, von dem Organismus als Ganzes stets wenigstens so viel erhalten bleiben, dass man überhaupt noch im Hinblick auf das, was verloren gegangen ist, von einem bestimmten Organismus sprechen kann. Das Regenerationsvermögen ist aber bei thierischen Organismen ein recht beschränktes und bei pflanzlichen Organismen kann man aus der Wurzel, selbst aus einem Theil dieser, den ganzen Organismus regeneriren. Wäre der Organismus als Ganzes befähigt die verlorenen Theile zu regeneriren, so müsste der amputirte kleine Finger des Menschen nachwachsen, denn hier ist wahrlich der ganze Organismus erhalten, so dürfte nie die Pflanze sich aus der Wurzel regeneriren, denn hier kann man von einem ganzen Organismus sicherlich nicht mehr sprechen. Ja zur Regeneration der ganzen Pflanze ist noch nicht einmal ein Theil der Wurzel nöthig. Drückt man aus Algenzellen kleine Protoplasmaklumpen aus, so umgeben sie sich mit einer Zellhaut und wachsen weiter. Die Gründe der Regeneration können also auch nicht im Organismus als Ganzes liegen. Da sie aber auch nicht in der Zelle liegen, liegen sie in Bedingungen ausserhalb der Zelle und ausserhalb des Organismus als Ganzes. —

Auf Grund auch dieses negativen Beweises bleibt nur übrig, den letztgenannten Schluss als richtig anzunehmen. Seine Richtigkeit wird nicht durch unsere Unfähigkeit erschüttert, die Dinge durch ihn erklären zu können. Erklärt aber die Anschauung von der Specifität der Zellen oder der Regenerationsfähigkeit des Organismus als Ganzes die Thatsachen der Regeneration? Mit Nichten! Die Annahme einer Specifität verlegt nur das Problem. Ganz abgesehen davon, dass sie thatsächlich unhaltbar ist, drängt sich sofort die Frage auf: Wie entsteht denn die Specifität? Und wer eine solche annimmt, muss consequent antworten: Specifität entsteht nicht, die hat es von allem Anfang gegeben. Dann ist die organische Welt geboren, wie sie ist und bleibt ewig so. Wer möchte das vertreten?

Die hypothetische Regenerationsfähigkeit des Organismus als Ganzes erklärt die Thatsachen nicht, abgesehen davon, dass diese Theorie wegen allzu vieler Ausnahmen nicht bestehen kann. Es lässt sich an regenerirenden Wurzeln sehr leicht der Beweis führen, wie die Regeneration lediglich abhängig ist von den Bedingungen, unter die man die Wurzel

setzt. Stellt man diese günstig, regenerirt die ganze Pflanze, stellt man sie ungünstig, geht die Wurzel zu Grunde. Also können die Gründe nicht im Organismus liegen.

Deshalb können die Anschauungen DRIESCH's, so geistvoll er sie auch zu beweisen versucht, nicht zu Recht bestehen. Kennzeichnend für sie ist sein Satz: „Aeussere Reize vermögen, wenn sie auf empfangsfähige Theile, welche aus vielen prospectiv gleichen Elementen bestehen, wirken, an diesen die Oertlichkeit des Effects bestimmen.“ Und wenn der Autor weiter meint, dass es uns unverständlich ist, wie die ungeheuer feinen Differenzirungen im Thier- und Pflanzenkörper auf Grund einer zunächst noch unbekannten Gesetzlichkeit an ihren rechten Ort kommen, so giebt uns dieser in uns liegende Mangel nicht das Recht die Ursachen in der Zelle oder in den „Bedingungen des Systems“, wie DRIESCH es nennt, zu suchen. Sehen wir Veränderungen an einem unbelebten Ding, so suchen wir stets nach dem, was auf das Ding gewirkt hat, und machen die Art der Wirkung von der Art der äusseren Ursache abhängig. Jeder Stoff hat Bedingungen in sich. Diese können aber wiederum nur der Ausdruck von Kräften sein, die auf das Ding wirken. Ob ein Ding leicht oder schwer ist, hängt gar nicht von ihm ab, sondern von der Anziehungskraft der Erde, oder besser der Anziehungskraft als solcher ab, ob ein Ding durchsichtig oder undurchsichtig ist von der Fähigkeit der Lichtwellen es zu durchdringen etc. „Die Bedingungen des Systems“ in todten Dingen sind vielfach genau so schwierig zu verstehen wie die in lebenden. Erinnern wir uns, dass Atome, Moleküle nur Anschauungsmittel sind — und der einfachste chemische Vorgang wird unverständlich. Wir sind nicht berechtigt, aus unserem Unvermögen heraus das Wirken der Kräfte auf den Stoff zu erklären, dem Stoffe Kräfte zuzuschreiben. Das gilt für Todtes wie für Lebendes.

HERBST exstirpirte Porcellanen und weiter Palämoniden und Palinuriden die Augen. Wurde dabei das Augenganglion mit exstirpirt, so regenerirte das Auge nicht, sondern es bildete sich an dessen Stelle der distale Theil einer Antennula, wurde das Augenganglion geschont, so regenerirte das Auge. Das neu sprossende Zellmaterial wurde also ganz Verschiedenes, je nach Vorhandensein oder Fehlen eines Organs. Mit anderen Worten: Was aus dem Zellmaterial wird, bestimmen Kräfte, die ganz ausser ihm liegen.

Die Fähigkeit z. B. der Wurzel der gemeinen Akazie (Robinia Pseudo-Acacia) eine ganze derartige Akazie zu produciren hat aber schliesslich doch nur die Wurzel dieser Akazie, wie die Fähigkeit einen Eidechsenschwanz zu bilden nur die Eidechse hat? Der Kalkspat hat die Fähigkeit das Licht doppelt zu brechen, Platin die Elektricität $9\frac{1}{2}$ mal weniger schnell zu leiten als Silber, der Magnet Eisen anzuziehen etc., kurz, jedes Ding hat bestimmte Fähigkeiten. Fähigkeit

heisst nichts als eine Eigenschaft, die ein Object unter bestimmten äusseren Bedingungen zeigt. Damit die eine oder andere Fähigkeit manifest wird, müssen bestimmte äussere Bedingungen erfüllt werden. Der Kalkspat muss von einem Lichtstrahl getroffen, das Platin von einem elektrischen Strom durchflossen werden, der Magnet Eisen in der Nähe haben. Diese Bedingungen scheinen sehr einfach zu sein, sind aber recht complicirt. Damit es zu einer Doppelbrechung des Kalkspats kommt, muss der Lichtstrahl genügend stark und isolirt sein und darf den Stein nicht in der optischen Achse des Krystalles treffen; damit das Platin den elektrischen Strom leitet, darf kein besserer Leiter in der Nähe sein; die Anziehung des Eisens durch den Magneten hängt von dessen Kraft und Entfernung vom Eisen ab. Damit sind die Bedingungen noch nicht erschöpft. Anziehungskraft der Erde und Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Medien nebst allen ihren anderen Eigenschaften müssen in bestimmtem Zustand sein, sollen jene Fähigkeiten in Erscheinung treten. Wir haben uns nur so sehr gewöhnt, die meist vorhandenen Zustände als gegeben anzusehen, dass wir sie, wenn wir irgend eine Eigenschaft eines Körpers beschreiben, fortlassen.

Grade die Akazienwurzel hat die Fähigkeit eine Akazie hervorzubringen und grade das Platin hat die Fähigkeit den elektrischen Strom $9^1/_2$ mal weniger so schnell als Silber zu leiten. Die eine wie die andere Fähigkeit kann aber nur entfaltet werden unter einer Reihe ganz bestimmter äusserer Bedingungen, die in der Hand des Experimentators liegen. Deshalb ist er aber noch lange nicht im Stande, etwa eine Akazienwurzel, eine Tulpenblüthe resp. irgend einen anderen Pflanzentheil oder Platin, Kupfer resp. irgend ein anderes Metall herzustellen. Platin, Kupfer wie die Wurzel, die Blüthe sind das Product von Naturkräften. Ob die Wurzel als solche untergeht oder sich zum Baume entfaltet, ob dieser krumm oder grade wird, ob seine Form sich wandelt, indem ein fremder Samen seine Blüthen befruchtet, bestimmen nur die Bedingungen, unter die sie kommt. Das Gleiche ist mit dem Platin, dem Kupfer der Fall. Ob das Kupfer flüssig oder fest ist, ob roth, rein, gediegen, ob als solches platten-, körner-, moos- oder baumförmig, ob als Kupferoxyd schwarz, amorph oder krystallinisch, ob als Kupferchlorid fest und grün oder flüssig und blau etc. hängt nur von den Bedingungen ab, unter die es kommt. Bestimmte Fähigkeiten hat jedes Ding, wie jedes Ding gewisse allgemeine Fähigkeiten hat. Die Fähigkeit der Selbstbestimmung, Selbstdifferenzirung hat kein Ding. Die allgemeinen Fähigkeiten erklären die Existenz eines Dinges, die bestimmten seine Art.

Wenn Cerianthus membranaceus an einer verletzten Stelle der Körperwand, sobald diese offen gehalten wird, einen richtigen Mund mit Tentakeln bildet, so kann der Grund dafür nicht in einer Specifität

der Zelle liegen. Hat die Zelle Specifität, so kann nur Specifisches von ihr abstammen, von der Körperwandzelle der Seerose nur wieder eine solche Zelle. Will man die Thatsachen der Heteromorphose erklären und trotzdem eine Specifität der Zelle behaupten, so versucht man etwas als vorhanden zu erklären, dessen Existenz man negirt hat. Diese Versuche sind gemacht worden. Mit Selection und Anpassung, mit Vererbungstheorien und höchst merkwürdigen, naturwissenschaftlich nicht fassbaren Eigenschaften der Zelle, mit Hülfstheorien und Hypothesen um Hypothesen hat man die Thatsache der Heteromorphose mit der Annahme einer Specifität der Zellen zusammengerenkt, aber nicht logisch verknüpft.

Wenn man die Körperwand von Cerianthus membranaceus einschneidet und den Defect nicht offen hält, so heilt die Wand in zum Ganzen passender Form. Hier hätte also der Organismus als Ganzes für den Ersatz passender Theile gesorgt. Halte ich aber die Wunde offen, dann verlässt entweder den Organismus diese Fähigkeit und er schafft sich einen zweiten Mund, wo er nicht hingehört oder formend haben in diesem Fall die äusseren Bedingungen gewirkt. Nach dem SPENCER-HERTWIG'schen Gedankengang haben also die Lebewesen eine Fähigkeit, die einmal einer sehr grossen Anzahl von ihnen verloren gegangen ist, ferner nur entfaltet werden kann, wenn der Organismus gar nicht gestört wird und schliesslich, wie bei den Theilstücken von Planaria maculata, die an falscher Stelle Kopf oder Schwanz oder manchmal auch gar nichts entwickeln, aus ganz unerklärlichen Gründen für rücksichtlich des Organismus störende Zwecke gebraucht wird. Nehmen wir aber an, die Mundöffnung mit den Tentakeln an falscher Stelle bei der Seerose bilde sich durch äussere Einflüsse, weil die Wunde eben an der Heilung gehindert wird, so eröffnet sich auch ein Verständniss, weshalb die unbehinderte Wunde in passender Form zum Körper heilt. Die Seerose liefert zur Mundöffnung wie zur Heilung das Material. Dass einmal eine Mundöffnung aus ihm wird, dafür kann sie nichts, sondern dies verursachen die Bedingungen, unter die das Material kommt. Wenn wir die äusseren Bedingungen als auch für die passende Heilung verantwortlich machen, so haben wir eine einheitliche Auffassung. Da ihre Richtigkeit für die Heteromorphose bewiesen ist, muss sie auch für die Regeneration gelten. Wir können Vorgänge wie Regeneration und Heteromorphose vom biologischen Standpunkt aus unmöglich anders als einheitlich auffassen.

Das Regenerationsgewebe hat histologisch grosse Aehnlichkeit mit dem Keimgewebe. Giebt es doch sogar Autoren, wie HEPKE, die der Anschauung sind, es müssten, wo es zu einer Regeneration kommt, erst die drei primären Keimblätter hergestellt werden. HEPKE, der die Regenerationsverhältnisse bei Naiden sehr genau studirt hat, steht mit

dieser Auffassung durchaus nicht allein da (A. Michel, Bülow u. A.). Ob die Vorgänge der Regeneration so weit sich denen der Entwickelung nähern, bleibe dahingestellt, da manche Stimmen dagegen sprechen. An der Thatsache, dass die wahrnehmbaren Verhältnisse an den Keimzellen und Regenerationszellen viele Uebereinstimmung bieten, ist nicht zu zweifeln. So berichtet Korschelt von Lumbriciden, dass bei der Regeneration das Rückengefäss paarig angelegt ist und erst später unpaarig wird, dass ferner bei der Regeneration der Theile mit Mund resp. After diese sehr früh auftreten und eine dorsale Lage einnehmen. Daher bildet sich bei ihnen ähnlich wie bei der Embryonalanlage zuerst die ventrale Seite aus.

Stellt man sich auf den Standpunkt: „Form und Function der Zelle werden durch Kräfte bestimmt, die am Orte ihres Lebens walten," so muss man schliessen: Je weniger gross der Unterschied der Bedingungen ist, unter denen das embryonale und das entwickelte Thier lebt, desto mehr wird es die Fähigkeit der Regeneration besitzen. Und dies dürfte den Thatsachen entsprechen. Aber absolute Gleichheit kann zwischen den embryonalen Verhältnissen und denen um das entwickelte Thier nicht bestehen, weil nirgends in der Welt absolut gleiche Verhältnisse existiren. Deshalb bildet Planaria maculata bald richtig Schwanz und Kopf, bald nur einen von beiden Theilen, bald zwei Köpfe.

Man kann Driesch zustimmen, wenn er für das Keimgewebe „Compositionsharmonie", Functionsharmonie", „Causalharmonie" annimmt, nur braucht man die Dinge nicht in der Keimzelle zu suchen. Zur Harmonie gehören mehrere, zum mindesten zwei Objecte, die miteinander irgend welches ihnen Gemeinsame haben. Befinden sich diese Objecte im Verhältniss zu ihrer Grösse auf engem Raum, wie es beim Keimgewebe der Fall ist, so sorgen die in diesem Raum waltenden Kräfte für Harmonie, auch wenn die Differenzirung der Zellen voneinander ganz unabhängig wäre. Die Zellen wachsen an Grösse und Zahl, der Raum ist zu klein, er wird durch den Druck der Zellen erweitert, die Zellen wachsen, der Raum ist zu klein, er wird erweitert und so fort. Je mehr die Zellen sich im Raume drängen, desto intensiver müssen sie aufeinander einwirken. Je mehr sie sich voneinander entfernen, unter Wirkung desto verschiedener Kräfte kommen sie. Die allgemeinen Kräfte des Ortes, gegenseitige Beeinflussung und die Kräfte des speciellen Ortes, von denen die gegenseitige Beeinflussung ein bedeutender Theil ist, halten sie als Ganzes harmonisch zusammen, differenziren harmonisch die Functionen. Causalharmonie existirt in der ganzen Natur. Jeder Effect muss zur Ursache harmonisch sein. Ist er es scheinbar nicht, so ist nur die Ursache nicht richtig erkannt. Dieses richtige Erkennen ist ungemein schwer, weil nichts aus einer Ursache geschieht. Angenommen, es wären vor geraumen Zeiten bei Entstehung dieser Welt Dinge aus einer Ursache

geschehen, so muss jede dieser Ursachen nach dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft bis in die Ewigkeit fortwirken. Daher ist Alles was existirt mit bestimmten gemeinsamen Kräften begabt. Diese Kräfte müssen in harmonischen Effecten zum Ausdruck kommen, weil ihre Ursachen dieselben sind. Da weiter jede Ursache wieder in einem Effect wurzelt, muss der Zusammenhang zwischen allen Effecten und Ursachen ein harmonischer sein. Wo aber scheinbar eine Ursache wirksam ist, besteht stets ein Trugschluss, indem die Ursache in Concurrenz und Zusammenwirken mit einer grossen Zahl anderer Ursachen auftreten muss, deren Effect in dem Ding wie es ist und seiner ganzen Aussenwelt in Erscheinung tritt. Da weiter die Ursache selbst nie etwas Primäres ist, lässt sie sich als Kraft für sich nicht begreifen. Es bleibe übrigens nicht unbemerkt, dass DRIESCH selbst seinen Standpunkt in Manchem verlassen hat.

WEISMANN fasst die Regenerationserscheinungen als Anpassungserscheinungen auf, erworben von denjenigen Arten, die häufig Verlusten einzelner Glieder ausgesetzt sind. Es finde nur Regeneration derjenigen Glieder statt, die erfahrungsgemäss am leichtesten und somit häufigsten verloren gehen. Deshalb regeneriren bei Tritonen alle möglichen äusseren Theile, die inneren aber wie Lungen, Eileiter, Samenleiter nicht. Die Regeneration hängt nach WEISMANN ferner davon ab, ob der verloren gegangene Theil eine grössere biologische Bedeutung für das Thier hat. Deshalb ersetzen sich z. B. die schwachen rudimentären Beine der schlangenartig schwimmenden Molche nicht, wohl aber ihre Kiemen. Die Thatsache, dass sich Beine von Blatta mit viergliedrigen statt fünfgliedrigen Tarsus, eine Garneele (Atyoida Potimirin) statt mit langfingriger Scheere mit kurzfingriger regeneriren, ist nach WEISMANN „aller Wahrscheinlichkeit nach“ ein Rückschlag auf die Vorfahren. „Die Regenerationsanlage ist noch nicht ganz der Veränderung des Theiles selbst nachgefolgt.“

Um mit dem Letzten zu beginnen: Für eine Anschauung, nach der die Anlagen eines Individuums gar nicht seine Anlagen sind sondern die seiner Ahnen, spricht die Thatsache, dass die Form eines Individuums gar nicht seine Form ist sondern die seiner Nachkommen. Das Individuum repräsentirt eben nur ein vorübergehendes Stadium von Anlagen und Formen. Dieses Stadium muss etwas durchaus Einheitliches sein, weil Anlagen und Form unter denselben Bedingungen stehen — oder die Anlagen entwickeln sich ganz wo anders als die Formen und kommen dann erst zu diesen. Die Vorstellung, in irgend einer oder mehreren Generationen sei die Anlage gegen die Form zurückgeblieben, heisst consequent durchgedacht nichts mehr und nichts weniger als dass die Erbmasse, welche auch immer es sei, gar nicht Repräsentant des Individuums gewesen ist. Und wenn ein Wurm, dem Kopf und Schwanz abgeschnitten sind, vorn und hinten einen Kopf entwickelt und ein

anderer zwei Köpfe entwickelt und die Seerose an ihrer Seitenwand eine neue Mundöffnung etc. etc. kurz alle Erscheinungen der Heteromorphose — die können doch keinen Rückschlag bedeuten?

Die Gründe, weshalb sich die Kiemen gewisser Molche ersetzen, ihre schwachen Beine aber nicht, wird man viel besser in denselben Gründen suchen, die die Kiemen und die Beine verursacht haben als in den Gründen, die die Beine haben schwach werden lassen. Die Eidechse braucht ihre Schwanzspitze nicht und doch regenerirt sie, die Tritonen brauchen ihre Lungen sehr nothwendig und dennoch regeneriren sie nicht. „Die Eidechsen verlieren eben ihren Schwanz häufig und die Tritonen die Lungen selten“ könnte entgegnet werden. Es giebt wohl kaum ein Thier, das relativ häufiger den Verlust des Schwanzes zu beklagen hat als der Hund. Wohl reichlich $^1/_{10}$ aller Hunde wird er abgeschnitten. Aber noch nie ist er einem Hunde nachgewachsen. Wo bleibt da die Anpassung? Das ist ein biologisch unwichtiges Organ, Seit grauen Zeiten werden Hengsten die Hoden entfernt und noch nie ist ein Hoden nachgewachsen. Das ist ein biologisch wichtiges Organ. Was für eine Bedeutung hat dagegen eins der vielen Beine von Blatta! Die durch Zeit und Umfang grossartigen Experimente, welche die Menschheit an Thieren gemacht hat, sind viel beweisender als jedes Laboratorium-Experiment. Das Keimplasma hat kein Regenerationsvermögen und die Zelle hat kein Regenerationsvermögen. Bildet sich an der Wunde ein undifferenzirtes keimartiges Gewebe, so bestimmen wie stets die Verhältnisse ausserhalb der Zellen, was aus diesen wird. Weshalb sich in diesem Falle an der Wunde ein solches undifferenzirtes Gewebe bildet, in jenem Falle nicht, die Gründe dafür können wieder nur ausserhalb der Zelle liegen. Verlegt man sie in die Zelle, so ist eben die Entstehung eines undifferenzirten Gewebes aus einem differenzirten nicht zu begreifen und man muss dann der Zelle mystische Fähigkeiten zusprechen.

Was die Anpassung betrifft, die das Fundament der WEISMANN'schen Theorie bildet, so lässt sich mit dem Begriff, soll er irgend etwas actives ausdrücken, nichts anfangen: Will man der Zelle Selbstbestimmung zusprechen, so braucht man überhaupt nicht weiter zu fragen: weshalb geschieht dies oder jenes? Dann geschieht eben das Eine und das Andere, weil es die Zelle so bestimmt. Wer aber das Wort Anpassung rein passiv auffasst und meint, die Dinge passen an ihren Ort, nicht weil sie sich formen, sondern weil der Ort sie mit allen seinen Kräften formt, der kommt ohne alle mehr oder weniger wüsten Theorieen aus, der braucht nicht nach mystischen Kräften zu suchen, über die er sich eine Rechenschaft nicht geben kann, der braucht nicht den Dualismus zwischen lebender und todter Materie, nicht zwischen Körper und Psyche, für den ist die Welt ein in ihrem Werden und Wirken untheilbares grosses Ganzes.

Betrachtet man alle Organismen, Pflanzen und Thiere, auf ihre Regenerationsfähigkeit, überlegt man weiter, dass das Regenerationsgewebe die Fähigkeit hat, das Material für sehr verschiedene Zellen zu liefern, bedenkt man, dass nothwendigerweise an der verletzten Stelle Ernährungsflüssigkeit, bei den Thieren Blut genannt, austreten muss, so stösst man auf die merkwürdige Thatsache, dass je, allgemein ausgedrückt, charakterloser die ernährende Flüssigkeit, desto grösser das Regenerationsvermögen ist. Die Pflanzen mit ihrer ungeheuren derartigen Fähigkeit zeigen als Ernährungsflüssigkeit Wasser mit etlichen anorganischen Salzen, die Wirbellosen mit ihrer öfter gar keine körperlichen Elemente, meist nur Leukocyten enthaltenden Ernährungsflüssigkeit, besitzen ein bedeutendes Regenerationsvermögen, die poikilothermen Wirbelthiere zeigen vielfach Regenerationsvermögen, die homoiothermen keins; besonders sei noch für die Vertebraten bemerkt, dass nach Ranvier die Säugethiere die meisten, die Vögel weniger, die Fische am wenigsten rothe Blutkörperchen haben.

H. Spencer schreibt: „In der organischen Materie wie in jeder anderen Materie verursachen einwirkende Kräfte jene Rückwirkung, die wir als Wärme bezeichnen. Ein grösseres oder geringeres Mass molekularer Vibration resultirt beinahe nothwendig, wenn zu den Kräften, welche zwischen den Molecülen irgend eines Aggregates thätig sind, neue Kräfte hinzukommen. Das Experiment hat dies für unorganische Massen hinreichend dargethan, es muss aber in gleicher Weise für organische Massen gelten.“ Er führt dann weiter auf diese Einwirkung von Kräften und die Rückwirkung alle Erscheinungen an der Zelle zurück. Was aber Spencer Rückwirkung nennt, ist auch eine Einwirkung von Kräften. Denn „die moleculare Vibration“ soll den Kampf zwischen den einwirkenden Kräften, die locomotorisch auf die Molecüle wirkend gedacht werden, und den locofixatorischen Kräften darstellen. Locofixatorisch wie locomotorisch wirken auf die Molecüle alle die Kräfte, die wir als Eigenschaften der Körper ansprechen. So nennen wir die Anziehungskraft der Erde, allgemeiner einer Masse, auf einen Körper Schwerkraft des betreffenden Körpers; warm, elektrisch nennen wir einen Körper, wenn ihm auf irgend welche Weise Wärme oder Elektricität zugeführt ist. Und wenn es zu einer Umsetzung der Kraftform kommt, so ist das wiederum nur eine Eigenschaft des betreffenden Körpers, an dem wir die Umsetzung beobachten in so fern, als auf ihn andere Kräfte wirken. Kein Körper hat Kräfte, sondern ist nur Ausdruck von Kräften, denn ziehen wir von einem Körper die Kräfte z. B. nur die Schwere, natürlich in weitestem, physikalischem Sinne, ab, so bleibt nichts übrig. Sagt man einem Körper Cohärenz nach, so will man nichts weiter sagen, als dass Kräfte für den Zusammenhang der einzelnen Theile sorgen und spricht man von Affinität zweier Körper, so meint man, dass bestimmte Kräfte, die auf jeden der beiden Körper wirken, für Näherung der Körper sorgen.

Deshalb ist das was SPENCER „Rückwirkung" nennt wieder nur eine Wirkung von Kräften auf die organische Materie. Dieser Gedanke muss übrigens SPENCER selbst vorgeschwebt haben. Es geht dies daraus hervor, dass er in den oben citirten Sätzen von Kräften spricht, „welche zwischen den Molecülen irgend eines Aggregates thätig sind".

Die Aussenwelt kann auf die Zelle nur mittelst der Kräfte wirken, die am Orte ihres Lebens vorhanden sind. So können wir den Satz aufstellen: Form und Function der Zelle bestimmen die Kräfte, die am Orte ihres Lebens walten. Unter diesen Kräften sei durchaus nichts Mystisches verstanden, sondern ganz dieselben Kräfte, die wir in der gesammten Naturlehre als die Ursache der Erscheinungen ansehen. Ein Versuch diesen Kräften im Einzelnen genauer nachzugehen, zeigt vorläufig nur stellenweise Erfolg. So lange wir über die lebendige Substanz chemisch so mangelhaft wie bisher unterrichtet sind, lässt sich naturgemäss nicht sagen, wie die Bioiden des weissen Blutkörperchens, das bisher im Blutplasma schwamm, von der Luft geformt werden, mit der sie in der Wunde in Berührung kommen, wie die Bioiden im Stengel der Seerose, durch den Schnitt von der Zellhaut befreit, bei directem Contact mit dem Wasser von ihm beeinflusst werden u. s. f. Dazu kommt die Wirkung all der physikalischen Verhältnisse, Schwerkraft und aus ihr resultirend Druck und Zug und als deren Resultat die Spannung in der Zelle selbst, ihre hydromechanischen und pneumatischen Eigenschaften, ferner die Wirkung von Licht, Schall, Wärme, Magnetismus und Electricität. Wie wäre es möglich, alle diese Kräfte für den einzelnen Fall so abzuwägen, dass man aus ihnen heraus alle Gründe construiren könnte, weshalb diese Zelle so und jene so geformt wird und functionirt.

Wenn bei Tritonlarven sich die künstlich entfernte Linse aus der Iris regenerirt, so können wir nur sagen, dass bei der Tritonlarve an dem Orte der entfernten Linse physikalische und chemische Verhältnisse walten, die diese Regeneration bewirken. Dies erklärt nicht die Thatsache, zeigt aber den Weg, auf dem man zu einer Erklärung kommen kann. Wie bedeutungsvoll für diese Ansicht ist die Mittheilung ERIK MÜLLER's, dass bei Glaskörperverlust die Regeneration der Linse ausbleibt! Man kann Glaskörperverlust kaum als mehr denn eine Veränderung der Raumverhältnisse in der entstehenden Lücke auffassen und doch unterbleibt sofort die Regeneration der Linse!

Zutreffend bemerkt O. HERTWIG: „Mit steigender Höhe der Organisation nimmt im Allgemeinen das Regenerationsvermögen ab." Dies lässt sich durch unsere Anschauungen erklären. Mit steigender Organisation werden die Verhältnisse beim entwickelten Individuum an jedem Orte mehr und mehr complicirt. Je complicirter aber diese Verhältnisse sind, desto eingreifender muss die Störung sein, die durch Entfernung einzelner Theile entsteht. Je eingreifender diese Störung ist, desto ge-

ringer ist die Aussicht auf Regeneration. Dabei ist es nicht irrelevant, woher die neuen Zellen kommen. Die Bioiden der neuen Zelle müssen unter den veränderten Verhältnissen, in die sie gerathen, die Möglichkeit finden zu leben d. h. ein Nahrungsmaterial antreffen, das sie umsetzen und sich assimiliren können. Indem die Bioiden von der mütterlichen Zelle her mit einem bestimmten Nahrungsmaterial beladen geboren werden, muss dieses ein Trophomigma vorfinden, mit dem es Verbindungen eingehen kann. Findet es ein solches nicht, so verhungern die Bioiden und mit ihnen die Zelle.

Die angeführten Thatsachen sind mit einer Specifität der Zellen, wie sie Bard, Nussbaum, Hansemann, Pfitzner lehren, unvereinbar. Nach ihnen steht mit der einmal differenzirten Zelle ihr Typus fest.

Die Form der Zelle, die innere wie die äussere, bestimmt nicht die Function und die Function nicht die Form. Form und Function bedingen sich wechselseitig. Sie entstehen gleichzeitig unter dem Einfluss der gesammten am Orte des Lebens der Zelle waltenden Kräfte. Würde die Form durch Function bestimmt, so müssten die grossen Zellen in den Vorderhörnern des Rückenmarks einander gleich sein. Sie haben sicher die gleiche Function. Sie gleichen sich aber nicht. Würde die Function durch die Form bestimmt, so müssten diese Zellen verschiedene Functionen haben, da sie verschiedene Formen haben. Es dürfte aber kein Physiologe zu finden sein, der diesen Zellen verschiedene Functionen zuspricht.

Ein Einwand könnte erhoben werden. Man könnte behaupten, dass zwar die Functionen dieser grossen Zellen des ventralen Rückenmarkshornes im Allgemeinen die gleichen seien, dass aber in so fern zwischen ihnen Unterschiede vorhanden sind, als z. B. die eine Zelle zur Innervation des Musc. flexor hall. longus die andere zu der des Musc. abduct. hall. in Beziehung steht. Ohne hier auf die Frage einzugehen, ob es derartige detaillirte Beziehungen der nervösen centralen Zellen zur Peripherie giebt, müssten wir, falls wir sie bejahen, verlangen, dass die Zelle auf der rechten Seite des Rückenmarks, welche in ihren Functionen der Zelle auf der linken Seite des Rückenmarks entspricht, dieser gleich sein. Wo aber findet man auf einem Rückenmarksschnitt in den Vorderhörnern rechts und links grosse Zellen, die sich absolut gleichen?

Nach Roux ist die Form Folge „functioneller Anpassung“. Wir glauben Form und Function in irgend ein Abhängigkeitsverhältniss von einander nicht bringen zu können, weil sie gleichzeitig durch gleiche Kräfte entstehen. Aendert sich die Form, so ändert sich damit die Function und mit dieser jene. Deshalb kann die Form nicht Folge functioneller Anpassung sein, ebenso wenig wie die Function etwa Folge formeller Anpassung. Unter Form ist sowohl die äussere wie die innere Form zu verstehen. Es ist wohl ohne Weiteres anzunehmen, dass bei einem so

ungemein fein gebauten Object wie die Zelle die äussere Form nicht ohne Einfluss auf die innere und die innere nicht ohne Einfluss auf die äussere sein kann.

Die functionelle Anpassung Roux's soll besagen, dass z. B. ein Muskel, der häufig gebraucht wird, durch den Gebrauch kräftiger wird, an Masse zunimmt und umgekehrt, wenn er wenig gebraucht wird, an Masse abnimmt. Dass ein Muskel durch den Gebrauch an Masse zunimmt, durch Nichtgebrauch abnimmt, steht fest. Wir wollen die Zunahme, die Formveränderung als Consequenz des Gebrauches oder Nichtgebrauches also der quantitativ geänderten Function ansehen. Das Wort Anpassung besagt, gleichviel ob es activ oder passiv aufgefasst wird, es werde etwas für einen bestimmten Zweck eingerichtet. Den Zweck für den etwas eingerichtet ist, bezeichnet man als die Function des Dinges. Formveränderung ist also Consequenz quantitativ geänderter Function und diese wieder Consequenz der Formänderung, d. h. Ursache und Wirkung sind nicht zu trennen.

Man muss Driesch zustimmen, wenn er als Grund für den Irrweg, auf den Roux gerathen ist, die mangelnde Definition für den Ausdruck „Function“ ansieht. Allerdings kann ich leider weiterhin Driesch nicht folgen, wenn er die Function eines Organs in zwei verschiedene Arten scheidet, in „harmonische Function“ und „Eigenfunction“. Er schreibt: „Es erscheint nun zunächst klar, dass das Wort „Function“ in zwei ganz verschiedenen Bedeutungen gebraucht wird. Function eines Skelettmuskels ist die Bewegung von Gliedmassen, diese Art „Function“ äussert sich in Folge des harmonischen Baues des ganzen Organismus, wir wollen sie harmonische Function nennen; Function eines Muskels, im Besonderen seiner Constituenten, ist aber auch die Contraction, sie und ihre Analoga mögen Eigenfunctionen genannt werden. Für das Pankreas ist also entsprechend die Verdauung die harmonische, die Trypsinausscheidung die Eigenfunction.“

Function eines Organs ist der Zweck, um dessentwillen ein Organ existirt. Zweck des Skelettmuskels ist die Orientirung von Theilen des Skeletts gegen einander zu ändern. Zu diesem Zwecke contrahirt sich der Muskel. Die Contraction ist also das Mittel, mit dem der Muskel seinen Zweck erreicht, seine Function erfüllt. Die Contraction ist Folge des Uebergangs von Flüssigkeit aus der isotropen in die anisotrope Substanz. Mit demselben Recht, mit dem man die Contraction „Eigenfunction“ nennt, muss auch jener Flüssigkeitsübergang als „Eigenfunction“ bezeichnet werden. Indem die Gründe für das Quellen der anisotropen Substanz wieder in Ursachen liegen müssen, gehören diese auch zu den Eigenfunctionen und so fort. Man bezeichnet dann eben mit dem Ausdruck „Eigenfunction“ nichts weiter als jeden einzelnen der wahrnehmbaren Vorgänge, deren Endresultat die „harmonische Function“ ist, oder die Mittel, mit denen die „harmonische Function“ erreicht wird. Zweck

des Skelettmuskels ist die Orientirung von Skeletttheilen gegen einander zu ändern, nicht seine Contraction. Also ist seine Function = der „harmonischen“ Function, sein Functionsmittel = der „Eigenfunction“. Eine begriffliche Trennung des Wortes Function ist durch den Sinn, in dem es bisher allgemein gebraucht wurde, nicht geboten und führt nur zu neuen Namen für alte Begriffe.

Sämmtliche Lebenserscheinungen der Zelle lassen sich auf die Beziehungen zwischen Bioiden und Trophomigma zurückführen. Das soll im Einzelnen das nächste Capitel zeigen. Die Zelle hat nicht, wie Roux lehrt, die Fähigkeit der functionellen Selbstgestaltung, also nicht die Fähigkeit zu kämpfen. Jede Zelle für sich betrachtet kämpft nicht. Welche Form und Function ihr gegeben wird, bestimmen die physikalischen und chemischen Verhältnisse, unter denen sie lebt. Der Ort ihres Lebens aber ist wieder abhängig von den locomotorischen Kräften, die auf sie wirken und der Art ihrer Fixation am Orte ihrer Geburt. Ist sie gegen den Ansturm locomotorischer Kräfte nicht genügend gesichert, so wird sie von dem Orte ihrer Geburt fortgeführt. Ob sie an ihrem neuen Orte weiter leben kann, kommt ganz auf die Verhältnisse an, die sie vorfindet, in erster Reihe, ob ein Nahrungsmaterial in sie eindringt, mit dem ihre Bioiden Verbindungen eingehen können. Ist dies nicht vorhanden, so muss sie verhungern, kann sie mit ihm leben, so bestimmen weiter die Kräfte am Orte ihres Lebens, was aus ihr wird. Die Zelle hat keine Selbstbestimmung, keine Selbstgestaltung, sie formt sich nicht, sie bildet sich nicht, sie wird geprägt. Matrize ist der Ort, an dem sie lebt, Stempel sind die Kräfte, die an diesem Orte wirken.

Es muss auf die Frage eingegangen werden, weshalb das Protoplasma ohne Kern verhältnissmässig nur kurze Zeit leben kann. Dass es isolirt vom Kern noch eine Zeitlang lebt, steht fest. Dass es sich nicht fortpflanzen kann, steht auch fest, da der Kern eben das Fortpflanzungsorgan ist. Protoplasma ohne Kern ist also etwas was leben kann und doch keine Zelle, weil ihm der Kern fehlt; wir haben aber die Zelle als aus Protoplasma und Kern bestehend angesehen. Der Kern ist chemisch gut durch die Nucleine characterisirt. Wo keine Nucleine — ist keine Zelle. Da aber Leben nur in der Zelle existiren kann, kommen wir hier in einen unheilbaren Widerspruch. Dieser Widerspruch ist nur scheinbar und rührt von einer falschen Auffassung des Begriffes „Leben“ her. Mit diesem Begriff ist untrennbar der Begriff der Fortpflanzung verbunden. Andrenfalls kommt man zu zweierlei Arten „Leben“, eine mit und eine ohne Fortpflanzung.

Aus dem Mangel an Nucleinen muss Protoplasma zu Grunde gehen. Die Bioiden des Protoplasmas produciren Stoffe, die nach dem Kern hinstreben, also wohl von Stoffen der Kernbioiden angezogen und gebunden werden. Sind Kernbioiden nicht vorhanden, so bleiben diese

Stoffe dem Trophomigma des Protoplasmas beigemischt. Aus diesen werden sie im proportionalen Verhältniss mit dem übrigen Abfallstoffe der Protoplasmabioiden ausgeschieden. Die Protoplasmabioiden arbeiten nunmehr mit einem Trophomigma weiter, das mehr Abfallstoffe von ihm wie gewöhnlich enthält. Bei neuer Ausscheidung muss von diesen wieder etwas mehr zurückbleiben u. s. f., bis die Protoplasmabioiden in einem Trophomigma arbeiten, das sehr reich an solchen Stoffen ist, die sonst von den Kernbioiden angezogen werden. Da aber keine Substanz sich aus den Stoffen aufbauen kann, die es schon verarbeitet hat, müssen die Bioiden aus Mangel an passender Nahrung zu Grunde gehen, sie verhungern.

Die Spermatogonien theilen sich zu den Spermatocyten, diese durch Reductionstheilung in die vier Spermatiden. Der Kern dieser wird zum Kopf des Spermatozoon, das Protoplasma zum Schwanz, das Centralkörperchen zum Achsenfaden. Die Spermatozoen, locker gelagert im Corpus Highmori, in den Vasa efferentia des Nebenhodenkopfes und im Vas deferens können den locomotorischen Kräften der sich contrahirenden glatten Musculatur der Samenleiter und Samenblasen, sowie dann der Musculi bulbo- und ischio-cavernosi nicht Stand halten und werden nach dem Orte des geringsten Widerstandes geschleudert. Im reinen Hodensecret liegen die Samenfäden still und erst durch das alkalische Secret der Samenbläschen, Prostata und Cowper'schen Drüsen und weiter eventuell durch das alkalische Secret der Vagina bewegen sie sich. Diese Bewegung hört bei Gegenwart von Säuren sofort auf. Die Bioiden der Spermatozoen, dieser vollständigen Zellen, leben getrennt von dem Boden, aus dem sie Throphomigma beziehen konnten, so lange als ihr Trophomigma reicht oder sie auf anderes Trophomigma, von dem sie leben können, stossen. Ein solches finden sie in ihnen verwandten Eiern. Ist der Kern des Spermatozoon in das Ei eingedrungen, so entsteht ein lebhafter Stoffwechsel zwischen ihm und dem Trophomigma des Eies. Da dieses Trophomigma den Kopf allseitig umgiebt, wird er sein Nahrungsmaterial aus diesem und nicht aus seinem Schwanzstück anziehen. Dieses wird also physiologisch zum kernlosen Protoplasma und seine Bioiden, der Achsenfaden, müssen zu Grunde gehen. So viel Protoplasma als der Kopf auf seiner Wanderung noch mit ins Ei geschleppt hat, kann leben bleiben.

Der Spermatozoon von seiner Geburt bis zu seinem Eindringen ins Ei thut nichts Zweckmässiges, passt sich nicht an, kämpft nicht. Er wird geboren, weil die Kerne der Spermatogonien und Spermatocyten wachsen, er bewegt sich, weil Theile seiner Bioiden und Alkalien sich sehr lebhaft anziehen und das Product sehr lebhaft zerfällt. Beweis dafür ist, dass in diese Zelle eintretende Säuren die Bioiden sehr schnell töten. Der Spermatozoon dringt in das Ei ein, weil dessen Kernmasse und seine Kernmasse sich anziehen, er verliert den Schwanz, weil dieser

stirbt und abfällt. All dies ist zweckmässig und passend, weil es eben eine Folge der jeweiligen localen Verhältnisse ist. Es heisst, die Dinge auf den Kopf stellen, wenn man durch Zweckmässigkeit und Anpassung Naturvorgänge erklären will. Sie sind die Folge der gesammten, auf das Lebewesen am Orte seines Lebens wirkenden Kräfte. Dass das, was diese Kräfte modeln, der Situation angepasst und für diese zweckmässig sein muss, liegt auf der Hand. Ist es dies nicht, so wird es abgestossen, bleibt also nicht am Orte oder geht, wenn die locomotorischen Kräfte schwächer als die es fixirenden sind, am Orte unter.

Das Spermatozoon kämpft auch nicht. Hinausgeschleudert aus dem Organismus lebt es, so lange sein Trophomigma reicht, wenn es nicht neues adaptionsfähiges findet. Eikern und Spermatozoonkopf ziehen sich an. Da das Spermatozoon an Masse geringer und leichter beweglich ist als das Ei, wandert jener auf dieses zu. Derjenige Spermatozoonkopf dringt ein, der dem Ei am nächsten ist, weil er am stärksten angezogen wird. Sind zwei ganz gleich nah, so tritt der grössere ein, weil bei gleicher Qualität die Anziehung mit der Quantität der Massen wächst. Ein zweiter kann nicht in das Ei eindringen, weil als Ausdruck der Reaction des Eiplasmas auf den Spermatozoonkopf jenes sich zusammenzieht und so die Bildung einer Dotterhaut veranlasst; diese ist für Spermatozoen undurchdringlich. Nirgends ein Kampf zwischen Spermatozoen! Und bohren selbst mehrere Spermatozoen den Dotter an, wie es nach Selenka physiologischerweise bei einer Nemertine der Fall ist und dringt dennoch nur eins ins Innere des Dotters, so findet auch hier kein Kampf statt. Die Reifung des Eies, die Ausstossung der Richtungskörper erfolgt hier erst, nachdem die Spermatozoen die Dotterhaut angebohrt haben. Zwischen den ausgetretenen Richtungskörpern besteht ein kleiner Zapfen, an dem bald ein Spermatozoon hängen bleibt, der dann ins Innere des Dotters dringt. Sobald dies geschieht, lösen sich die Richtungskörper, werden von den übrigen Spermatozoen innerhalb der Dotterhaut umhergetrieben und sterben mit ihnen.

Dieselben Naturgesetze, die die Bewegung jedes todten Dinges regeln, ordnen die sichtbaren Erscheinungen im Leben des Spermatozoon. Da wir als Leben in der Zelle nur die Bewegungen ansprechen, die in den Bioiden durch Bindung von Stoffen und den Zerfall des Productes entstehen, also einen rein physikalisch-chemischen Vorgang, so ist das Spermatozoon ein Object in ganz gleicher Weise den ehernen Naturgesetzen unterworfen und nur von ihrem Walten allein in seiner Existenz bestimmt wie jeder andere Gegenstand.

Indem wir Specifität der Zellen leugnen, könnte man den Nachweis verlangen, dass z. B. je aus einer Ganglienzelle eine Leberzelle oder aus einer Bindegewebszelle eine Ganglienzelle oder aus einer Speicheldrüsenzelle eine Leberzelle geworden sei. Darauf ist Folgendes zu erwiedern: 1. die locomotorischen Kräfte, die auf Leberzelle, Bindege-

webszelle, Ganglienzelle, Speicheldrüsenzelle, etc. wirken, müssen um vieles geringer als die diese Zelle fixirenden Kräfte sein; wäre dies nicht der Fall, so würden die Organe aufgelöst. Die neugeborene Leberzelle, Bindegewebszelle bleibt daher in dem Verbande, in dem die mütterliche Zelle lebt. Da sie vom mütterlichen Organismus nicht nur Bioiden, sondern auch Trophomigma mitbekommen hat, weil ohne dieses der Organismus nicht lebensfähig wäre, so ist diese Zelle der mütterlichen nach jeder Richtung hin gleich. Sie besteht aus gleichen Bioiden und Trophomigma wie die mütterliche, sie lebt unter ganz gleichen Verhältnissen. Deshalb sind ihre Stoffwechselproducte dieselben wie die der mütterlichen Zelle. Die Speicheldrüsenzelle producirt also noch lange kein Ptyalin, die Leberzelle noch lange keine Galle, weil diese von einer Leberzelle, jene von einer Speicheldrüsenzelle kommt; sondern weil diese, von einer Speicheldrüsenzelle abstammend, in dem Verbande der Speicheldrüse, d. h. unter ganz bestimmten physikalischen und chemischen Bedingungen, jene, von einer Leberzelle abstammend, im Verbande der Leber existirt, producirt diese Galle, jene Ptyalin.

Angenommen durch irgend welche Ursache würde der kindliche Organismus vom elterlichen fortgerissen, etwa die Leberzelle aus der Leber, oder eine Bindegewebszelle aus dem Bindegewebe. Diese Zelle geräth in Lymphbahnen oder in den Blutkreislauf. So lange ihre Bioiden von dem Trophomigma leben können, lebt sie, ist das Nährmaterial aufgebraucht, stirbt sie, wenn sie nicht inzwischen auf einen Boden gerathen ist, von dem aus den Bioiden des Protoplasmas ein Trophomigma zufliesst, mit dem diese Verbindungen eingehen können. Dieses Trophomigma wird, falls nicht etwa zufällig die Zelle wieder auf ihren Mutterboden gerathen ist, naturgemäss ein anderes sein als das, welches am Orte ihrer Geburt vorhanden war. Kann sie dieses andere sich assimiliren, so müssen ihre Umsatzproducte und Abfallstoffe nothwendigerweise andere sein als die, die sie am Orte ihrer Geburt geliefert hätte. *Findet also die fortgeschwemmte Speicheldrüsen-, Leberzelle überhaupt wo anders ein Nahrungsmaterial, das sie sich assimiliren kann, so werden ihre Producte nicht mehr Ptyalin und nicht mehr Galle sein. Damit ist aber die Speicheldrüsenzelle keine Speicheldrüsenzelle, die Leberzelle keine Leberzelle mehr.* Finden sie wo anders keinen assimilirbaren Nahrungsstoff, so gehen sie zu Grunde. Speicheldrüsenzellen giebts nur im Verbande der Speicheldrüse und Leberzellen nur im Verbande der Leber und Bindegewebszellen nur im Verbande des Bindegewebes. Die vermöge des ihr von der Mutterzelle mitgegebenen Trophomigmas angeborene Fähigkeit, Ptyalin zu produciren, kommt bei der Speicheldrüsenzelle nur zur Geltung, wenn sie unter bestimmten Verhältnissen, eben in der Speicheldrüse lebt. *Die angeborene Fähigkeit, d. h. die ihr bei der Geburt mitgegebenen Stoffe,*

prädisponirt die Zelle zu irgend einer physikalischen oder chemischen Thätigkeit. Ob sie diese ausübt wie Alles was aus ihr wird, bestimmen allein die Kräfte, die am Orte ihres Lebens walten.

Der Leukocyt wird zur Nervenzelle, weil er sich durch das Gewirr der dicht zusammen gedrängten marklosen, feinen Nervenfasern nicht durchzwängen kann. Er müsste sich massenhaft theilen — dann ginge er unter — oder er wird von ihnen festgehalten — dann ist er Nervenzelle.

Capitel 11.

Erscheinungen, die wir an der Zelle wahrnehmen, sind Ausdruck von Kräften, die auf die Zelle wirken.

Bevor wir in das Thema dieses Capitels eintreten, möchte es angezeigt sein, kurz den Unterschied zwischen diesem und dem des vorigen Capitels zu erörtern, weil es scheinen könnte, dass ein Unterschied nicht vorhanden sei. „Form und Function der Zelle werden durch die Kräfte bestimmt, die am Orte ihres Lebens walten," lautete das letzte Thema, das vorliegende: „Erscheinungen, die wir an der Zelle wahrnehmen, sind Ausdruck von Kräften, die auf die Zelle wirken." Fasst man unter den Begriff der Form, wie es eigentlich zu geschehen hat, nicht nur die Abgrenzung der Zelle nach aussen, sondern auch die Abgrenzung der einzelnen Zelltheile gegeneinander, so sind beide Themata zum grossen Theil identisch, denn Erscheinungen, die an der Zelle überhaupt wahrnehmbar sind, müssen in irgend welcher Aenderung der inneren oder äusseren Form zum Ausdruck kommen. Indem wir Form und Function als zueinander in ein consecutives Verhältniss zu bringen nicht für möglich halten, wird mit der Form auch die Function bestimmt. Function ist der Zweck, um dessentwillen etwas ist, d. h. es sind die Lebenserscheinungen der einzelnen Zelle für eine andere von Bedeutung.

Existirt eine Zelle nur um ihrer selbst willen, wie die einzelligen Lebewesen, so hat sie keine Function oder man betrachtet Aufnahme von Nahrung, Umsatz von Nahrung, Abgabe des Unbrauchbaren, Kerntheilung, Bewegung als Functionen der Zelle. Diese Erscheinungen spricht man aber allgemein als Lebenserscheinungen der Zelle an und drückt damit richtig aus, dass die Zelle nicht irgend welchen Zweck mit ihrem Leben erfüllt, sondern dass diese Erscheinungen und der Begriff des Lebens für diese Zellen nicht trennbar sind.

Jede Zelle existirt nur um ihrer selbst willen, weil die Natur keine

Zwecke kennt. Dass die Producte der im synergetischen Zusammenhang lebenden Zellen von anderen Zellen verwerthet oder überhaupt verwerthet werden, liegt nicht an den producirenden Zellen. Mit genau dem gleichen Recht, mit dem man behauptet, es sei Zweck gewisser Magenzellen Pepsin zu liefern, kann man behaupten, es sei Zweck der Schwefelbakterien Schwefel zu liefern. Was eine Zelle producirt und was aus den Producten wird, liegt absolut nicht an der Zelle, das liegt allein an den Verhältnissen, unter denen sie lebt.

Wir werden somit verschiedene Eigenschaften der Zelle, deren Kenntniss namentlich durch Studien an einzelligen Lebewesen gewonnen ist, in diesem Capitel zu berücksichtigen haben. Zum Beweise gewisser Anschauungen werden wir allerdings gezwungen sein, das Metazoon heranzuziehen, weil die Lebenserscheinungen dieses im Allgemeinen besser bekannt sind als die des Protozoon.

Eine der vornehmsten Erscheinungen, die wir an der Zelle wahrnehmen, ist die der gesetzmässigen Veränderung ihrer Form. Sie kommt an der einzelnen Zelle zum Ausdruck durch die Erscheinungen des Wachsthums und der Theilung, kann zum Ausdruck kommen durch die Erscheinung der sog. Anpassung. Da mit der Theilung ein neues Individuum entstanden ist, lassen sich gesetzmässige Veränderungen, soweit sie sich auf Differenzen zwischen kindlicher und mütterlicher Zelle beziehen, nur durch den Vergleich beider Individuen erkennen. Der Vergleich beider Individuen lehrt, dass sämmtliche Erscheinungen, die wir an der mütterlichen Zelle beobachtet haben, an der kindlichen zu beobachten sind. Diese Thatsache bezeichnet man als Vererbung. Sollten sehr kleine Veränderungen zwischen dem mütterlichen und dem kindlichen Individuum vorhanden sein, so werden sie uns entgehen. Ist die Veränderung zwischen mütterlicher und kindlicher Zelle gesetzmässig, so muss sie, da jede kindliche Zelle wieder eine mütterliche wird, nach einer mehr oder weniger langen Fortpflanzungsreihe zwischen zwei in dieser Reihe weit auseinander liegenden Individuen gross genug geworden sein, um bemerkt werden zu können. Da nun die Vererbung Thatsache ist, muss man, um eine Differenz zwischen einem Individuum und seinen Nachkommen im ferneren Grade zu erklären, annehmen, dass die Nachkommen im ersten, zweiten, dritten Grade etc. bis zum fernen Grade während ihres Lebens Veränderungen erlitten haben. Diese Veränderungen sieht man als den Ausfluss der Fähigkeit des Individuums an, sich den Bedingungen, unter denen es lebt, anzupassen und nennt sie Anpassung. Da nun alle Bedingungen auf dieser Erde einem dauernden, durch die Gesetze der Natur geregelten Wechsel unterworfen sind, müssen auch jene Veränderungen des Individuums gesetzmässig sein.

Dabei stellt es sich als eine logische Nothwendigkeit heraus, die Vererbung erworbener Eigenschaften anzunehmen. Lehnt man diese Annahme ab, dann stehen die Dinge so: Der Ahne producirt ein Kind, also ein Nachkomme im ersten Glied, der kurz No. 1 genannt sei; No. 1 producirt ein Kind, es sei No. 2 genannt und so fort. No. 1, No. 2 und so fort bis No. x müssen bei ihrer Geburt dann immer gleich den Ahnen sein. Auf unserer Erde ändern sich die Verhältnisse, wenn auch sehr langsam, so doch sicherlich dauernd. Die Arbeit, die No. 1, No. 2 bis No. $\frac{x}{y}$ hat, um sich den inzwischen veränderten Verhältnissen auf dieser Erde anzupassen, wird vielleicht eine so geringe sein, dass sie auch No. $\frac{x}{y}$ noch leistet und sie bei ihr nicht bemerkt werden wird. Bei No. x aber muss diese sog. Anpassungsarbeit schon eine sehr bedeutende sein und könnte uns nicht entgehen. Wenn heute das Pferd dem Urpferde gleichend geboren wird und sich dann erst anpasst, so würden wir das merken. Indem man einerseits die Richtigkeit dieser Schlüsse anerkennt, könnte man andrerseits mit Berufung auf Haeckel's biogenetisches Grundgesetz, nach dem die Ontogenie eine Recapitulation der Phylogenie ist, sagen, dass unser Pferd ein Stadium durchmacht, in dem es dem Urpferde gleicht, nur wird es in diesem Stadium nicht geboren; es wird erst in einem späteren Stadium, unserem heutigen Pferde gleichend, geboren; dass es erst später geboren wird, liege eben an den veränderten Verhältnissen auf dieser Erde. Dann besteht die ganze Anpassung nur in der Dauer des embryonalen Lebens; eine Anpassung des geborenen Individuums anzunehmen, liegt dann kaum Veranlassung vor, ganz abgesehen davon, dass es sehr schwierig wird, lediglich durch die Dauer der Schwangerschaft bedeutende Veränderungen der Arten zu begreifen. Nun ist aber Anpassung des geborenen Individuums eine Thatsache. Manche Eigenschaften, die das Individuum nach der Geburt erwirbt, machen es überhaupt erst als zur Art gehörig erkennbar. Um nur ein fundamentales Beispiel anzuführen, sei daran erinnert, dass die Negerkinder hell geboren werden und erst in den ersten Wochen ihres Lebens dunkeln. In welchem Augenblick ist nun die Entwickelung des Negerkindes beendet? Wenn es dunkel ist? Doch wohl erst in dem Augenblick, wenn es körperlich und geistig den Eltern gleich ausgebildet ist. Wir legen den Culminationspunkt körperlicher Entwickelung des Menschen im Allgemeinen etwa auf das 30. Lebensjahr, den der geistigen etwa auf das 50. Von da an geht es rückwärts. Also weder das embryonale Leben des Menschen noch das von der Mutter losgelöste deckt sich zeitlich mit dem Begriffe der Entwickelung. So einfach es ist, diese beiden Entwickelungsperioden anatomisch und physiologisch zu trennen, so unmöglich ist ihre biologische Trennung. Daher ist es umöglich, für die Entstehung der Arten eine

irgend wie begrenzte Dauer der Entwickelung anzunehmen. Auf die Frage, wie es mit der Vererbung erworbener Eigenschaften steht, wird noch an anderer Stelle einzugehen sein. (S. Capitel: Von der Vererbung.)

Die Fähigkeit zu wachsen ist nothwendigerweise eine Folge der Fähigkeit Stoffe zu assimiliren. Diese wiederum ist keine Eigenthümlichkeit der lebendigen Substanz. Eine Substanz kann eine andere sich nur assimiliren, als sich gleich anlagern, wenn ihr ein passendes Material geboten wird. Führt man der Mutterlauge neue Stoffe zu, welche die in ihr enthaltenen Krystalle sich assimiliren können, so wachsen die Krystalle. Die künstliche Zelle Traube's wird grösser und grösser; die Grenze ihres Wachsthums hängt lediglich von der Quantität des vorhandenen Leims und der Gerbstofflösung ab. Ebenso wächst die lebendige Substanz so lange, als ihr assimilirbare Stoffe zugeführt werden resp. solche vorhanden sind. Ist sie nur auf die Stoffe angewiesen, die in ihr vorhanden sind, so wird ihr Leben ein mehr oder weniger schnelles Ende erreichen. Dieser Zeitpunkt ist abhängig von der zeitlichen oder räumlichen Grösse der Bewegungen in den Bioiden und der Quantität des vorhandenen Trophomigmas.

„Die lebendige Substanz wächst" heisst in unseren Anschauungen ausgedrückt: Die Bewegungen in den Bioiden erstrecken sich auf mehr und mehr Substanz. Dass diese Substanzen aus dem Trophomigma kommen müssen, ist ohne Weiteres klar, da eine andere Quelle für sie nicht existirt. Die Bewegung als solche in den Bioiden reisst also mehr und mehr Stoffe in die Bioiden hinein.

Die Bewegungen in denjenigen Bioiden, die chemisch gleich reagiren, müssen gleichmässig sein. Deshalb sind die Bewegungen in den Kernbioiden als sehr gleichmässig anzusehen. Gleichmässige Bewegungen theilen sich denjenigen Substanzen mit, die aus physikalischen Ursachen diese Bewegungen mitmachen können. Das Trophomigma des Kerns muss den Kernbioiden aus früher auseinandergesetzten Gründen sehr ähnlich sein. Es werden diejenigen Theile desselben, die den Bioiden anliegen, in die Bewegung dieser mit hineingerissen. Die Kernbioiden wachsen.

Das Wachsthum der Zelle ist bedingt durch die Zufuhr einer passenden Nahrung, hängt also von Kräften ab, die ausser ihr liegen. Weiter ist das Wachsthum der Zelle bedingt durch den Ort, an dem ihr die Nahrung zugeführt wird in so fern, als die übrigen Kräfte, die an diesem Orte vorhanden sind, auf die Nahrung einwirken. Die Kräfte können mechanische, thermische, electrische etc. sein. Die Nahrung kann ausserhalb der Zelle oder schon in sie eingedrungen durch Druck zu stark comprimirt, durch Hitze coagulirt oder electrisirt etc. und so für die Bioiden unassimilirbar werden. Dafür oder dagegen etwas zu thun, ist die Zelle ausser Stande. Kommt das Trophomigma nicht in

die Bioiden in einer Form, dass es sich den Bewegungen in diesen anschliessen kann, so hört die Bewegung in den Bioiden sehr bald auf, da ihr Material durch gegenseitige Bindung und Zerfall des Products dauernd aufgezehrt wird. Die Bioiden verhungern, sterben. So lange ihnen passendes Material zugeführt, leben sie. Ihr Leben aber wie ihr Tod und damit Tod und Leben der Zelle hängt von Kräften ab, die ausserhalb der Zelle liegen.

Sollte Jemand meinen, der lebendigen Substanz müssten irgend welche Kräfte inne wohnen wie jeder Substanz, so namentlich Schwerkraft, der vergisst, dass Stoffen Kräfte nicht innewohneu und obenein, dass das Lebendige in der Substanz die Bewegung ist, in der sie sich befindet. Diese Bewegung ist nichts Substantielles. Leben ist nicht Substanz + Bewegung, sondern nur Bewegung, denn Substanz ohne Bewegung ist todt.

Das Wachsthum der Kernbioiden ist Folge und Grund des Wachsthums, im Sinne der Erhaltung, der Bioiden im Protoplasma. Indem jene mehr und mehr Theile in ihre Bewegung mit hineinziehen, wirken die Stoffe, denen Theile entzogen wurden, ihrerseits wieder anziehend auf die ihnen zufliessenden Stoffe, indem sie diesen wieder Theile entziehen und so fort. So wird das Wachsthum der Kernbioiden gleichsam zur Saugkraft für alle Bioiden.

Die Saugkraft der Kernbioiden wird proportional ihrer Grösse wachsen; je grösser sie sind, desto eher werden sie Hunger leiden. Bilden sich die Kernsegmente, so werden die anliegenden Stoffe mit desto grösserer Gewalt in ihre Bewegungen hineingezogen, je grösser die Chromatinfäden sind. Die stärkste Anziehung wird ein Punkt in der Mitte des von der Kerntheilungsfigur umschlossenen Raumes auszuhalten haben, da auf ihn von überall her die Anziehungskraft wirkt. Denkt man sich zu diesem Punkte von jedem Punkte der Kernsegmente einen Radius gezogen, so wird durch denjenigen Radius, der die Bahn der stärksten Anziehung darstellt, die Theilungsebene der Zelle gehen; diese Ebene muss senkrecht stehen auf demjenigen Radius, der die Bahn der schwächsten Anziehung darstellt. So könnte der chemische Vorgang des Wachsens der Kernbioiden in letzter Consequenz mechanisch durch die Theilung der Zelle zum Ausdruck kommen.

Als Radius, auf dem die stärkste Anziehung stattfindet, wird ohne weiteres der kürzeste anzunehmen sein. Saugt man eine Zelle in ein Capillarrohr, so dass sie künstlich einen grösseren Längen- als Dickendurchmesser erhält, so muss deshalb die Theilungsebene der Zelle senkrecht zur Längsachse des Capillarrohrs stehen. Dies thut sie auch, wie Roux experimentell an Froscheiern bewiesen hat. Presst man eine Zelle zwischen zwei parallelen Platten, so muss ihre Theilungsebene senkrecht zu diesen Platten stehen. Dies ist der Fall, wie die Experimente von Pflüger an Froscheiern und von Driesch an Eiern von

Echinus lehren. Indem die Richtung der Theilungsebene in letzter Instanz durch chemische Affinitäten bestimmt wird, sind diese wiederum durch mechanische Verhältnisse bedingt. Jene können nur zum Ausdruck kommen, so weit diese es gestatten und in der Form, in der diese es ermöglichen. Deshalb ist O. Hertwig zuzustimmen, wenn er zur Erklärung obiger Experimente die Orientirung der Kerntheilungsfiguren als abhängig ansieht von den Deformationen der Bioiden durch die Druckkräfte. Deshalb lässt sich gegen die Annahme Pflüger's, dass die ungleichmässige physikalische Beschaffenheit des Protoplasmas die Orientirung der Kerntheilungsfiguren mit bestimmt, nichts einwenden; deshalb ist auch gegen die Annahme Braem's, der als Ursache der Beeinflussung einen directen Druck annimmt, nichts zu sagen. Ob dieser directe Druck vorhanden sein kann, ist eine andere Frage. Jede mechanische Aenderung in dem Verhältniss der Kernbioiden zum Protoplasma ändert die Anziehungsrichtung ihrer einzelnen sich anziehenden chemischen Bestandtheile, damit die Orientirung der Kerntheilungsfigur, damit die Orientirung der Theilungsebene.

Nach den schönen Untersuchungen Ziegler's liegt bei den Ctenophoren der Kern im ungefurchten Ei und in den Furchungszellen stets an der Peripherie der Zelle. Wir werden nach unseren Anschauungen erwarten, dass, wenn es zur Theilung kommt, die Anziehung zwischen den Kerntheilen und den peripheren Schichten sich an der Peripherie des Eies äussert, die dem Kern zunächst liegt. In dieser Erwartung haben wir uns nicht getäuscht. Die Theilung geht von der Seite her, an der der Kern liegt, durch die Zelle hindurch. Die Anziehung zwischen Kernbioiden und den entfernten Theilen der Zellperipherie ist zu schwach, als dass sie sich mechanisch äusserte. Schneidet die Furche durch die Mitte der Spindel, so enthalten die oberflächlichen protoplasmatischen Schichten der Furche diejenigen Stoffe — wohl reichlichen Sauerstoff im Gegensatz zur Dottermasse — zwischen denen und den Kernbioiden Anziehung stattfindet. Die Zelle sieht also jetzt wie ein Euter aus mit zwei Zitzen dicht nebeneinander an einer Seite. Jede dieser Zitzen enthält die Hälfte der Kernspindel. Ueberlegt man sich die Lage der Chromosomen zur gesammten Oberfläche der beiden Zellhälften, bedenkt man ferner, dass die Anziehung zwischen je einer halben Kernspindel und der Zelloberfläche gleich sein muss, so findet man, dass, wenn ein mechanischer Ausdruck für diese Anziehung existirt, er nur in einem Fortschreiten der Furche in gleicher Richtung bestehen kann. Ein Abweichen der Furche ist nur denkbar, wenn die Massen der beiden Kernhälften ungleich sind und gleich liegen oder gleich sind und ungleich liegen. Eine Correction muss aber durch die Anziehung selbst wieder nothwendig erfolgen. Erfolgt sie nicht, so sind die Ursachen nicht in der Anziehung zwischen den Chromosomen und den oberflächlichen Massen, sondern zwischen den Chromosomen

und den Dottermassen zu suchen. Da diese auch unzweifelhaft vorhanden ist, die Dottermassen aber in sich sehr ungleich gebaut sind, werden verschieden grosse Zellen resultiren können. Die Scheidewand der Blastomeren wird näher der Chromatinmasse verlaufen, die besser aus dem Dotter ernährt, also stärker ist. Die chromatinstärkere Zellhälfte wird zur Mikromere. Der Vorschlag ZIEGLER's, die ungleiche Theilung „heterodynamisch" zu nennen, ist sehr wohl zu acceptiren.

Es dürfte überflüssig sein hervorzuheben, dass die Anschauungen, wie sie hier über die Theilungsmechanik gegeben sind, nicht die physikalischen Vorgänge erschöpfen. Es liegt dies auch gar nicht in der Absicht dieser Erwägungen. Nur sollte das Primäre in der Anziehung, welche die Kernbioiden auf das Nahrungsmaterial ausüben, gesucht werden. Wenn BERTHOLD als Theilungsursache Veränderung in den Mischungsverhältnissen der peripheren Protoplasmaschichten und ein pseudopodienartiges Vordringen derselben nach innen und diese als Folge der bipolaren Symmetrie in der Aequatorialebene annimmt oder v. ERLANGER Druckschwankungen, so lässt sich dies mit der hier entwickelten Theorie vereinen. Ebenso steht es, wenn BÜTSCHLI die Theilungsursache in der zunehmenden Oberflächenspannung im Aequator der Zelle sieht und den Grund für diese in der Veränderung des Protoplasmas, die ihrerseits durch die beiden Centren bedingt wird. Die Ansichten v. NÄGELI's aber verlegen das Primäre in das äquatoriale Wachsthum der Zellperipherie, die der fein ausgesonnenen, durch Beobachtung und Modelle gut gestützten, aber dennoch angefochtenen Theorie M. HEIDENHAIN's schliesslich in circuläre Fasern, welche den Zellleib im Aequator umspannen, die ZIEGLER's in Protoplasmaanhäufungen zwischen den Sphären. Er kommt zu seinen Schlüssen durch die Verdickung der protoplasmatischen Rindenschicht am unteren Ende der Einschnürungsfurche im Ctenophoren-Ei, sowie durch die Angaben FLEMMING's, der in den Kiemenepithelzellen der Salamanderlarve rings um die Einschnürungsfalte eine dichte Schicht färbbarer Masse fand; es werden somit recht seltene Befunde als Stütze für ganz allgemeine Erscheinungen verwerthet.

Mit RHUMBLER, der meint, dass bei der Mechanik der Theilungs- und Bewegungsvorgänge die Granula wie alle Gebilde in der Zelle nur eine passive Rolle spielen, kann man übereinstimmen, aber nicht in seinem Sinne, weil er nämlich das Active in die Flüssigkeit verlegt. Es ist aber nichts Actives in der Zelle zu sehen. Die Flüssigkeit ist passiv und die Granula sind passiv. Activ sind nur die Kräfte, die auf beide wirken. Verlegt man das Primäre der Bewegung in die Flüssigkeit, dann muss man, wie das auch RHUMBLER logisch und scharfsinnig durchführt, die ganzen geformten Elemente für etwas Nebensächliches halten. Das geht nach Allem was hier angeführt ist nicht gut an.

Es liegt mir fern, den Versuch einer kritischen Beleuchtung dieser

Ansichten sowie aller anderen zu unternehmen. Ist doch der Zweck dieser Arbeit, nur zu zeigen, wie die hier vorgetragenen Ansichten über die Zelle, die einzelnen Erscheinungen, die wir an ihr beobachten, physikalisch gut begründen lassen. Da das acute Wachsthum und die Umbildung der Chromatinfäden als abhängig anzusehen sind von einer Befruchtung und Nahrungsverhältnissen, so liegen die Ursachen für die Theilung ausser der Zelle. Die Form der Theilung wird durch die Form der Chromatinfäden bestimmt. Diese wiederum ist in ihrer Form durch die Ahnenzellen bedingt (s. Cap. 13), stellt also auch durchaus nicht die Folge activer Thätigkeit der Zelle vor.

Strasburger, Fol, Henneguy, van Beneden, Ziegler, Gallardo u. A. haben auf die Aehnlichkeit der Kerntheilungsfiguren mit den magnetischen Kraftlinien aufmerksam gemacht. Nach van Beneden, Boveri, Rabl, Flemming, Rhumbler, M. Heidenhain, v. Kostanecki u. A. wirken die vom Centralkörper auslaufenden Fäden ziehend auf den Chromatinfaden. Dies bestreiten Fick, Drüner, v. Erlanger, weil die Strahlen nicht immer gradlinig sind, Andere, weil die Polstrahlung nicht immer am Orte bleibt. Drüner und auch Meves nehmen in den Strahlen der Centralkörper ein Wachsthum und somit nicht nur eine ziehende, sondern auch eine treibende Kraft an. Bütschli und dann v. Erlanger halten das Centrosom für den Mittelpunkt centripetaler Diffusionsströme und die Anordnung ihrer Waben als Consequenz dieser Ströme.

Ziegler unterscheidet die Theorien, die über die Mechanik der Mitose gegeben wurden, in Muskelfaden-Theorien und dynamische Theorien. Bei jenen sollen die von dem Centralkörper ausgehenden Strahlen, ganz allgemein ausgedrückt, nach Muskelart wirken, bei diesen die Fasern nur der Ausdruck der physikalischen Kräfte sein, also mehr Consequenz der Bewegungen in der Mitose. Meves theilt die Anschauungen ähnlich ein, führt aber noch als dritte Art die an, „welche die Bewegungen der Chromosomen bezw. Spindelpole vielmehr auf Vorgänge zurückzuführen suchen, die ausserhalb der Centren der Fäden liegen“.

Die Strahlen der Centralkörper dürften als Ausdruck einer Anziehung zwischen den Centralkörpern und den Bioiden sowohl des Protoplasmas wie des Kerns aufzufassen sein. Die Strahlen sind geformte Masse, also Bioiden. Sie liegen in Kraftlinien und wirken auf den Chromatinfaden und der Chromatinfaden auf sie. Ob sie stemmend oder ziehend wirken, ist die Bilanz aus der Anziehungskraft zwischen Centralkörper und Chromosomen und derjenigen Kräfte, welche auf den Centralkörper und die einzelnen Theile der Chromosome am Orte fixirend wirken. F. Reinke hat in letzter Zeit die genaue Uebereinstimmung der Protoplasmastrahlungen mit den Induktionslinien des Magneten resp. elektrischer Kräftepaare nachgewiesen. Die Protoplasma-

strahlungen wie die Induktionslinien sind nur als Wirkungsrichtungen der Kräfte zu verstehen, wahrnehmbar durch Stoffe, die sich in diesen Richtungen befinden. Dass die Stoffe als solche keine Kräfte ausüben, ist, wie Reinke mit Recht hervorhebt, selbstverständlich. Jeder Stoff übt eben nur die Kräfte aus, die auf ihn wirken, ist nur Ueberträger der Wirkung. Wir können uns ebenso wenig die Uebertragung der Kraft wie die Wirkung ohne Stoff vorstellen. Der Unterschied zwischen den Induktionslinien und Protoplasmastrahlungen ist, dass wir jene nur unter bestimmten Bedingungen, diese stets sehen. Der Grund dafür liegt in uns, weil wir den Stoff, der gewöhnlich Ueberträger des Magnetismus resp. der Elektricität ist, sinnlich nicht wahrnehmen können. Das Protoplasma aber als Ueberträger (ich gebrauche absichtlich nicht das Wort „Vermittler") ist für uns sinnlich wahrnehmbar. Gewähren wir dem Magnetismus einen Ueberträger, der unseren Sinnen wahrnehmbar ist, wie Metallspäne, so nehmen wir die Kraftlinien wahr.

Die Plasmastrahlungen bei der Mitose sind wie alle Dinge in der Natur nicht aus einem Grunde zu erklären. In diesem Sinne sind die experimentellen mechanischen Erklärungsversuche Fischer's von hohem Interesse und Werth. Ob im Uebrigen die Strahlen für die ganze Zelle gegen den von F. Reinke nachgewiesenen mitotischen Druck Stützwerth haben, ob ihre Bedeutung mehr in locomotorischen Kräften besteht, ob sie selbst Folge auf die Bioiden oder auf das Trophomigma wirkender locomotorischer Kräfte, ob diese Kräfte mechanische, thermische, elektrische etc. sind, darüber lässt sich viel discutiren — aber entscheiden lässt es sich zur Zeit sicher nicht. Die einzelnen treibenden Kräfte, welche bei der Mechanik der Zelltheilung eine Rolle spielen, mit allen ihren Ursachen und Folgen zu übersehen, das dürfte vorläufig noch nicht angängig sein. Die allgemeinen Principien aber, die W. His für die Theilungsvorgänge im Anschluss an Studien über Salmonidenkeime aufgestellt hat, werden zu Recht bestehen, eben weil sie allgemein gehalten sind.

Zu einer Theilung der Zelle trotz Theilung des Kerns wird es nicht kommen, wenn der Kern und damit seine Bioiden sich frei im Protoplasma bewegen. Indem diese durch ihre Bewegung mit allen Theilen des Trophomigmas in Berührung sind, findet eine gewaltsame Anziehung passender Assimilationsstoffe nicht statt. Deshalb theilt sich das Protoplasma der Syncytien nicht! Die Bewegung dieser Kernbioiden aber ist wiederum nur Ausdruck für die Anziehung zwischen ihnen und Theilen des Trophomigma. Dass sie sich bewegen können, liegt an der räumlichen Vertheilung der Protoplasmabioiden.

Die Theilung ist eine Consequenz des Wachsthums und lässt sich von diesem nicht trennen.

Die Thatsache der Vererbung erklärt sich für die Zelle einfach, indem nach Theilung der Zelle in Folge der Theilungsmechanik zwei In-

dividuen existiren, die gleiche Kernbioiden und gleiches Kerntrophomigma enthalten müssen. Wie sich die Vererbung für die aus vielen Zellen zusammengesetzten Individuen erklärt, die sich nicht durch Theilung jeder einzelnen ihrer Zellen resp. des für die Vererbung massgebenden Organs, des Kerns, vermehren, sondern nur, indem sie einzelne Zellen von sich abstossen und diese Zellen, mit einer entsprechenden vereint, wachsend sich zu einem den elterlichen Individuen gleichen Individuum bilden, soll besonders auseinandergesetzt werden (s. Capitel: Vererbung).

Man hat die Vererbung als innere und im Gegensatz dazu die Anpassung als äussere Bildungskraft aufgefasst. Goethe nennt jene die Centripetalkraft, diese die Centrifugalkraft des Organismus. Wir sind in der Lage, die Thatsachen der Vererbung erklären zu können, ja zu müssen, ohne dabei der Zelle eine active Thätigkeit, eine Kraft, zuzuschreiben. Wir können auch in der Thatsache der Anpassung nur den Ausdruck von Kräften auf die Zelle sehen.

Wie Verworn mittheilt, zeigt Amoeba limax, die für gewöhnlich breite, durch Bögen conturirte Pseudopodien hat, lange, dünne, in eine Spitze auslaufende Pseudopodien, sobald das Medium, in dem sie lebt, alkalisch wird. Die Thatsache lässt sich gleich gut erklären, wenn wir annehmen, dass die Protoplasma-Bioiden dieser Amöbe von Alkalien sehr lebhaft angezogen oder sehr lebhaft abgestossen werden, oder dass etliche dieser Bioiden angezogen, etliche abgestossen werden. Angenommen, sie werden sehr lebhaft angezogen, so drängen sie scharf gegen das periphere Hyaloplasma. Sie können dabei nicht directe Wege einschlagen, sondern müssen in ihrem Kreislauf bleiben, weil dieser ihnen durch das Gerüst- oder Wabenwerk, das jedem Protoplasma quasi als Skelett dient, vorgezeichnet wird. Die äusseren Schichten können nicht überall ausweichen; daran hindert sie die Cohärenz des Ganzen. An den Stellen aber, wo sie aus irgend einem Grunde mit dem Ganzen weniger fest zusammenhängen, werden sie durch den Ansturm der Bioiden vorwärts getrieben und zwar, da der Ansturm andauert, bis zu ihrem Maximum der Ausdehnung. Wird ein Theil einer nachgiebigen Masse ausgedehnt, indem von innen her auf eine kleine Stelle sehr kleine Körper mit immer erneuter Kraft drückend wirken, so muss sie, maximal ausgedehnt, in einer Spitze enden. Den Grund, weshalb das Pseudopodium wieder eingezogen wird, werden wir darin zu suchen haben, dass ihr dünnes Trophomigma, allseitig von alkalischer Flüssigkeit umspült, bald mit dieser erfüllt sein muss. Sobald dies der Fall ist, drängen die Bioiden nicht mehr gegen die äussersten Schichten. Daher lässt die Spannung in diesen nach und sie treten zurück. Damit ist anderen Stellen, indem naturgemäss der Druck

in der ganzen Zelle, die eine Art communicirendes System vorstellt, nachlässt, die Möglichkeit gegeben, von den Bioiden vorwärts getrieben zu werden. Dieser neu entstehende Druck trägt seinerseits zum Einziehen der alten Pseudopodien bei. So kann das Spiel, vorausgesetzt, dass die Bioiden das Material assimiliren können, unendlich weiter gehen. Die Amöbe kann aber auch nach gemessener Zeit wieder ihre runden Pseudopodien treiben. Dies wird davon abhängen, ob ihre Bioiden, dauernd mit alkalischem Material beladen, eine Aenderung in so fern erlitten haben, als die sie zusammensetzenden Stoffe weniger gierig nach Alkalien sind, mit geringerer Kraft gegen die äusseren Schichten drängen.

Angenommen die Protoplasmabioiden werden von Alkalien sehr lebhaft abgestossen, so drängen sie nach einem Punkt in der Mitte der Zelle und ziehen mit aller Gewalt das Trophomigma nach dorthin nach sich. Die Zelle als Ganzes muss kleiner werden. In Folge davon entsteht ein erhöhter Druck im Innern der ganzen Zelle. An den Stellen nun, wo aus irgend welchen Gründen in den äusseren Schichten desselben die Cohärenz mit dem Ganzen eine weniger innige ist als an anderen Stellen, wird mit grosser Energie, daher spitz endend, Protoplasma herausgetrieben. Dadurch sinkt der Druck in der ganzen Zelle, am meisten natürlich in dem herausgetriebenen Theil. Daher werden in diesem die Bioiden mit erneuter Gewalt von der Aussenwelt abgestossen, ziehen das Trophomigma hinter sich her, erhöhen dadurch den Druck wieder in der Zelle, ein anderes Stück Protoplasma wird vorgetrieben und so fort.

Angenommen etliche Bioiden werden von den Alkalien angezogen, andere abgestossen, so erklärt sich das Bild aus einer Combination der beiden früheren Annahmen.

Die Schale der Foraminiferen, jener einzelligen im Wasser weit verbreiteten Lebewesen, besteht bei den Meeresbewohnern fast ausnahmslos aus kohlensaurem Kalk, bei den Süsswasserbewohnern zeigt sie neben diesem manche anderen Substanzen, wie Sandkörner, Glassplitter, Membranen von Pflanzenzellen etc. Der kohlensaure Kalk, wie die Sandkörner, die Glassplitter sind mit dem Nahrungsmaterial in das Trophomigma gelangt und werden als Excrete ausgeschieden. Sie kommen in die oberflächlichen Schichten des Thieres, wo sie von geformten, chitinösen Stoffen mechanisch festgehalten werden. Je nach der Quantität des kohlensauren Kalkes, der Sandkörner, Glassplitter, die in das Thier hineingelangt ist, erscheint ihre Schale bald aus verschiedenen Substanzen, bald nur aus Sandkörnern, bald nur aus Glas zu bestehen. Wo am Orte des Lebens der Foraminiferen viel oder nur kohlensaurer Kalk ist, wird ihre Schale aus kohlensaurem Kalk zusammengesetzt sein, wo viele Sandkörner sind, aus Sandkörnern, etc. Das Thier passt sich nicht an den kohlensauren Kalk, die Sandkörner etc. an. Entweder es geht

zu Grunde, wenn diese Stoffe in seinen Körper hineingewirbelt sind, oder es lebt mit diesen Stoffen in seinem Körper weiter oder es scheidet die Stoffe aus. Was für Stoffe das Thier aufnimmt, liegt nicht in seiner Wahl, sondern das bestimmen Verhältnisse, die ausser ihm liegen, der Ort des Lebens mit allen dort waltenden Kräften. Wenn unter mehreren ihm zur Verfügung stehenden Stoffen immer nur ein bestimmter in das Thier eindringt, so liegt das nicht an der Wahl des Thieres, sondern an den Kräften, mit denen das Thier und der eindringende Stoff begabt ist. Indem zwischen diesen eine Anziehungskraft (im naturwissenschaftlichen Sinne) existirt, bewegt sich das Thier auf den Stoff oder der Stoff auf das Thier zu. Welcher von beiden Theilen sich bewegt, bestimmt das Verhältniss ihrer Massen und die sie am Orte fixirende Kraft. Einen Theil dieser stellt ihre Masse vor. Der Satz RUMBLER's: „Man hat ohne Frage das Auswahlsvermögen der Difflugien weit überschätzt" erkennt ein Auswahlsvermögen an. Dies zuzugeben scheint eine genügende Veranlassung nicht vorzuliegen.

Wenn man einem Magneten ein Stückchen Silber und ein Stückchen Eisen unter gleichen Verhältnissen, d. h. beide frei beweglich in gleicher Art nähert, so eilt das Eisen auf den Magneten zu. Deshalb kann man doch nicht von einem Auswahlsvermögen des Magneten sprechen. Man kann nur sagen: Die Anziehung zwischen Eisen und Magnet ist stärkre als zwischen Silber und Magnet. Dass das Eisen auf den Magnet zueilt und nicht der Magnet auf das Eisen, hängt lediglich vom Verhältniss ihrer Massen ab. Wählt man das Eisen sehr gross und den Magneten sehr klein, so wird der Magnet vom Eisen angezogen, bewegt sich auf dieses zu. Ein grosses Stück Silber zieht aber noch lange keinen Magneten an.

Mit demselben Recht wie von einem Auswahlsvermögen der Difflugien kann man von einem Auswahlsvermögen der Metalle sprechen. Aus der aprioristischen Annahme, zwischen lebenden und nicht lebenden Wesen sei ein tief greifender Unterschied, nennt man bei jenen Auswahl was bei diesen Anziehung ist. Anziehung zwischen verschiedenen Substanzen ist verschieden stark. Ohne diese verschieden starke Anziehung ist jeder Vorgang unerklärlich. Handelt es sich um leblose Objecte und können wir eine Veränderung der Objecte durch die Anziehung nicht constatiren, so sehen wir sie als physikalische Erscheinung an, können wir eine Aenderung der Objecte in ihrem Bau constatiren, so sprechen wir von chemischen Erscheinungen; handelt es sich um Lebewesen, so wird der Grund der Anziehung, steht dem lebenden ein lebloses Ding gegenüber, einseitig in das Lebewesen verlegt; wird diesem eine Seele nicht zuerkannt, so sei die Anziehung Auswahlsvermögen, hat es aber eine Seele, so regulire der Verstand das Auswahlsvermögen!

Wenn die Difflugie ihr Gehäuse nur aus einem der vorhandenen Stoffe baut, so liegt dies an physikalischen und chemischen Gründen.

Physikalisch kommt in Betracht, dass, worauf VERWORN die Aufmerksamkeit lenkt, die Grösse der Gehäusemündung die Auswahl mit bestimmt, und chemisch, dass die Abstammung des Thieres es geeignet macht, dieses oder jenes Material zu bevorzugen. Die Abstammung, d. h. die äusseren Umstände, unter denen die Ahnen des Thieres gelebt haben, müssen es in Folge seiner Constitution befähigen, diesen oder jenen Stoff zum Bau seines Gehäuses zu verwenden. Dies erklärt, weshalb die Arten, die das Schalenmaterial extrathalam, d. h. ohne Passiren der Gehäusemündung aufspeichern, auch eine Auswahl treffen. RHUMBLER, der diese Ideen zuerst ausführt, hat dann durch sehr fein ersonnene Experimente gezeigt, wie sich dem Gehäusebau sehr ähnliche Vorgänge an anorganischen Substanzen nachahmen lassen. Das Auswahlsvermögen der Difflugien ist wie alle Vermögen lebender Körper Ausdruck ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften. Dass und wie diese in Erscheinung treten, liegt an den Kräften, die sie geschaffen haben und die auf sie wirken.

Es ist sehr schwer für das einzelne Individuum unter gewöhnlichen Verhältnissen die Anpassung nachzuweisen, weil bei der Kürze seines Lebens die gesetzmässigen Veränderungen dieser Erde an dem Orte seines Lebens viel zu langsam vor sich gehen, um einen sichtbaren Eindruck auf das einzelne Individuum zu machen. Die Anpassung in eine potentielle und eine actuelle zu spalten, dürfte übrigens eine zwingende Veranlassung nicht vorliegen, um so weniger, als sich zwar die Begriffe streng auseinander halten, nicht aber die Erscheinungen auf die Begriffe hin streng sondern lassen.

Leicht ist die Thatsache der individuellen Anpassung nachzuweisen, wenn man die Verhältnisse, unter denen das Individuum lebt, künstlich ändert, sei es, dass man das Individuum an einen anderen Ort versetzt, sei es, dass man die Verhältnisse an dem Orte seines Lebens ändert, d. h. für beide Fälle die Kräfte ändert, die auf den Organismus wirken. Zu diesen Kräften gehört in erster Reihe die Nahrung, dann das Klima mit allen seinen Consequenzen. Beweise dafür anzuführen erübrigt sich. Diese Anpassung auf Grund eines pathologischen Vorganges — als solcher ist jede gewaltsame Aenderung der Verhältnisse, unter denen das Individuum lebt, zu betrachten — kann für die natürliche Entwickelungsreihe aller Lebewesen nur von ganz untergeordneter Bedeutung sein.

Man hat geglaubt, indem man die handgreiflichen Veränderungen sah, die der Mensch als Thierzüchter hervorzubringen vermag und seit jeher vermochte, wie das die Domestication einzelner Thiere zeigt, dieser künstlichen Zuchtwahl eine natürliche gegenüber stellen zu müssen. Damit documentirte DARWIN, dass er die Kräfte, welche die Organismen dauernd beeinflussen, als nicht ausreichend hält zur Erklärung der Ver-

änderungen, welche sie zeigen. Er construirte deshalb den Kampf ums Dasein und als dessen Consequenz die Selectionstheorie. Indem Alles ums Dasein kämpft, von den Bacillen bis zu den Elephanten, bleiben nur die stärksten und kräftigsten Individuen jeder Art übrig. Das wiederholt sich nun fort und fort und schliesslich kommt es so zu Individuen, die in der vollendeten Art, die wir heute sehen, mit allen möglichen Mitteln in höchster Ausbildung zum Kampf ums Dasein gerüstet sind.

Es giebt Thiere, deren Stärke im Kampf ums Dasein in ihrer Grösse beruht. Ohne Widerspruch zu befürchten, können wir wohl annehmen, dass mit der Grösse des Thieres seine Stärke wächst. Demnach könnten wir nach der Selectionstheorie erwarten, dass die Thiere immer grösser und stärker werden. Die Paläontologie lehrt das Umgekehrte. So grosse Arten wie es einstmals gab, giebt es nicht mehr. Bei anderen Thieren liegt die Stärke im Kampf ums Dasein grade in ihrer Kleinheit. Die müssten dann immer kleiner und kleiner werden. Wir müssen überhaupt, wenn die Selectionstheorie zu Recht besteht, erwarten, dass diejenigen „Waffen", die den Thieren im Kampf ums Dasein zur Verfügung stehen, immer stärker und stärker sich ausbilden, indem sie es sind, von denen es im Wesentlichen abhängt, ob das Individuum im Kampfe siegt. Da stossen wir aber z. B. auf die Thatsache, dass das Geweih der deutschen Hirsche immer schwächer wird und es künstlicher Fütterungsmittel bedarf um Geweihe von einer Stärke zu produciren, wie sie vor 150 Jahren nichts seltenes gewesen sind. Normalerweise lebt der heutige Hirsch und lebte der vor 150 Jahren von genau denselben Futtermitteln, und wenn er jetzt mehr verfolgt wird, so müsste er doch nach der Anpassungstheorie stärkere Waffen führen. Oder ist das Geweih nicht die Waffe des Hirsches, sondern besteht sein Schutz in der Schnelligkeit seiner Beine? Dagegen spricht die Kampfesweise der Hirsche zur Brunstzeit. Sie jagen sich nicht, sondern greifen mit den Geweihen an. Aber giebt es eine unsinnigere Waffe als solch ein Geweih? Vielfach gebogen und gekrümmt, lenkt es die Richtung des Stosses und damit seine Kraft ab. Damit noch nicht genug, haken sich vermöge seiner Sprossen und Zacken die Gegner nicht gar so selten derart ineinander ein, dass sie unvermögend auseinanderzukommen elend verdursten. Diese Thiere hat Anpassung und Selection geschaffen!

Von den Millionen von Eiern, welche irgend ein niederer Organismus producirt, sollen die meisten im Kampfe ums Dasein untergehen. Dass sie untergehen steht fest, denn sonst müsste die Erde längst von diesen niederen Organismen überschwemmt sein. Also nur die kräftigsten Eier sollen leben bleiben. Was nützt es aber einem Ei, noch so kräftig und gross gelegt worden zu sein, wenn die Verhältnisse, unter die es kommt, ihm die weitere Lebensmöglichkeit abschneiden? Dann wird es ein anderes, kleines, schwächliches Ei viel weiter bringen, wenn es nur

unter gute Ernährungsbedingungen kommt. „Dann ist dieses Ei eben das stärkste“ könnte man antworten. Mit nichten! Das Ei ist ganz schwach und klein, es hat nur die Möglichkeit gross und stark zu werden. Diese Möglichkeit liegt aber nicht in ihm, sondern ausser ihm. Aendern sich die günstigen Bedingungen in ungünstige, so wird das Ei klein und schwächlich bleiben, vielleicht sterben. Ein Ei muss also in jedem Momente in den günstigsten Verhältnissen leben, damit es ideal stark wird. Die Anzahl der Momente, in denen es in solchen Verhältnissen nicht gelebt hat und die Grösse der Differenz zwischen diesen Verhältnissen und den Idealverhältnissen bestimmt das Mass, um welches das Ei vom Ideal-Ei abweicht. Das Ei stirbt, wenn die Verhältnisse sich dauernd unter der Qualitätsgrenze bewegen, die für sein Leben knapp nothwendig sind oder wenn sie acut sehr schlechte werden, es lebt, wenn die Verhältnisse, in denen es existirt, über jener Grenze liegen oder es niemals unter sehr schlechte Bedingungen kommt. Aber wenn die Eier ganz dicht zusammenliegen, so kämpfen sie doch um ihre Existenzbedingungen? Nein! An jedem Orte in der Natur und sei er noch so klein sind andere Bedingungen vorhanden als an einem anderen Orte. Dies geht schon mit Nothwendigkeit daraus hervor, dass bei der stofflichen Cohärenz der Natur jeder Ort auf den anderen wirken muss. Aber wenn z. B. die Eier Sonne brauchen, so haben die, die oben liegen, mehr davon im Kampfe ums Dasein als die unten? Ganz recht! Nur von einem Kampfe ist nichts zu sehen. Ob das Ding, was über dem Ei liegt ein anderes Ei ist oder ein unbelebter Gegenstand von der gleichen Schwere, Elasticität, Licht und Wärmeleitung etc., ist für das belastete Ei ganz irrelevant. Das oben liegende Ei, welches der Sonne zunächst liegt, wird schön und stark, und da es oben liegt, von jeder Welle, jedem Wind leicht in andere Verhältnisse fortgeführt, von jedem Fisch, jedem Vogel am ehesten gegessen. Und dem nächsten Ei, das dann oben liegt, geht es ebenso. Erst wenn die Eier eine gewisse Grösse erreicht haben, muss die Kraft des Windes und der Wellen um sie fortzuführen schon grösser sein, ist die Zahl der Organismen, die von ihnen leben, kleiner geworden. Dieser Moment trifft ein Ei oben, das bisher tief unten, also unter schlechten Bedingungen, lebte. Bei alledem ist kein Kampf zu construiren, höchstens ein Kampf gegen das Ei. Jedes einzelne Ei ist vollkommen passiv. Dasselbe gilt von jedem Lebewesen.

Von einem Zufall dabei sprechen zu wollen, wäre mit logischem, naturwissenschaftlichem Denken nicht vereinbar. Da jede Erscheinung, die unserer Beobachtung überhaupt zugänglich ist, auf einer Aenderung irgend welcher Verhältnisse beruht, wir aber eine Aenderung ohne Grund niemals zugeben können, muss eine jede Erscheinung begründet sein. Die Ursache, die sie hervorruft, kann wiederum keine zufällige sein, sondern muss ihren Grund wieder in irgend etwas haben. So lässt sich

die Reihe fortsetzen. Keine Erscheinung ist in einer Ursache begründet. Der scheinbar so einfache Vorgang, dass ein Stein fällt, soll seinen Grund in der Anziehungskraft der Erde haben. Diese allein würde nicht das Fallen des Steins verursachen. Der Stein muss sich in einem bestimmten Zustande befinden, damit er fällt. Legt man den Stein auf einen Tisch oder hängt ihn auf, so fällt er nicht. Also die directe Umgebung des Steins muss noch bestimmte Eigenschaften haben, damit er fällt. Grund jeder Erscheinung sind eine ganze Reihe von Ursachen. Wenn wir sie uns erklären können, sprechen wir sie als naturwissenschaftliche Gesetze an, können wir sie uns nicht erklären, sehen aber den Weg, auf dem man zur einer Erklärung kommt, so sprechen wir von uns unbekannten naturwissenschaftlichen Vorgängen, können wir sie uns nicht erklären, sehen aber auch keinen Weg, auf dem man zu einer Erklärung kommen könnte, so sprechen wir von Zufall.

Wir kommen so bei einheitlicher subjectiver Definition vom Begriff des naturwissenschaftlichen Gesetzes zu dem des Zufalls. Objectiv definirt K. E. von Baer den Zufall: „Zufall ist überhaupt ein Geschehen, das mit einem anderen Geschehen zusammentrifft, mit dem es nicht in ursächlichem Zusammenhang steht.“ Die Definition schiesst über das Ziel hinaus, weil wir meist nicht in der Lage sind, die Reihe der ein Ergebniss herbeiführenden Ursachen in ihrem Zusammenhange für einen längeren Zeitraum zu übersehen. Dieser Unfähigkeit giebt die subjective Definition für den Begriff „Zufall“ Ausdruck.

Wäre die natürliche Zuchtwahl als Consequenz des Kampfes ums Dasein und die Anpassung die Gründe, aus denen die Lebewesen so sind wie sie sind, so fragen wir uns, weshalb werden die Hirsche nicht immer grösser, ihre Geweihe, diese unsinnige Waffe, nicht praktischer? Und diese Fragen stossen uns bei Schritt und Tritt auf. Weshalb hat der Elefant, dieses durch seine gewaltige Stärke allen Thieren so überlegene Thier, noch zwei furchtbare Waffen in Gestalt seiner Stosszähne und seines Rüssels? Wozu diese Häufung von Kraft und Kampfmitteln? Der Giraffe wird wohl Niemand als Waffe die beiden Knochenzapfen auf der Nase anrechnen, sondern ihr hauptsächlichstes Vertheidigungsmittel in der grossen Geräumigkeit ihres Galopps sehen. Da muss man sich sofort fragen: Ist es nicht ein Unsinn sondergleichen, dass dieses Thier, welches in der Ebene lebt, 6 m hoch und höher den Kopf in die Luft streckt, so dass es von allen Feinden schon aus grosser Entfernung gesehen wird? Es sieht sie aber auch aus grosser Entfernung. Da müsste erst der Beweis geführt werden, dass die Giraffe besser sieht als z. B. der Löwe. Und der Löwe, dieses mächtige Raubthier, wie schön ist es mit seiner gelben Farbe der Wüste angepasst, wie gut kann er sich mit ihr verbergen! Dei Löwe kann aber seinen Raub nur dort finden, wo was zu rauben ist. Die Fälle, in denen der

Löwe mitten in der Wüste ein Thier antreffen wird, müssen ungemein selten sein; meist wird er die Thiere, wie es auch erfahrungsgemäss der Fall ist, bei der Tränke oder in menschlichen Ansiedelungen überfallen. Da nützt ihm aber seine gelbe Farbe nichts, sondern schadet ihm nur, indem an Orten wo Wasser ist, wo Ansiedelungen sind, das Grün vorherrscht. Es kommt dazu, dass der Löwe mit Vorliebe des Nachts jagt. Da schadet ihm seine gelbe Farbe wieder. Kurz, er hätte sich längst ein schwarzes Gewand anpassen müssen. So lange es eine Wüste, Wasser, Wild und Löwen giebt, wird der Löwe das Wild meist am Wasser und nicht in der Wüste angefallen haben. Am Wasser aber ist mehr oder weniger Vegetation. Der Selectionslöwe wird graugrün werden wie die Vegetation dort.

Was soll dem Nashorn sein thörichtes Horn auf der Nase, wie unsinnig als Waffe ist der Oberkiefer des Sägefisches gebildet, welch alberne Vertheidigungstechnik zeigen etliche Bewohner des Wassers, durch Secretion einer Flüssigkeit sich dem Angreifer entziehen zu wollen! Hat er sie bis dahin noch nicht bemerkt, so wird jetzt seine Aufmerksamkeit auf sie gelenkt und ob die verspritzte Flüssigkeit ihn am Angriff hindert, ist immerhin zweifelhaft. Ob aber und welchen Erfolg in der Defensive die Thiere haben, die aus Stinkdrüsen Inhalt entleeren, steht noch sehr dahin. Die Begriffe über gute und üble Gerüche sind schon bei den Menschen sehr verschieden; um wie viel mehr bei den Thieren! Glaubt man, dass all die Dinge, wie Geweih des Hirsches, Säge des Sägefisches, den Thieren als Waffe bestimmt sind, so hätten sie bessere Formen haben müssen.

Aber die Thiere im hohen Norden, wo Schnee und Eis herrschen, weshalb haben sie ein weisses Gewand? Weshalb ist unser gelber Hase dort weiss, der braune Bär dort weiss, der rothe Fuchs dort weiss? Damit sie ihren Verfolgern besser entgehen, sich ihrer Beute unbemerkt nähern können. Das klingt ganz gut, nur sind die Begriffe „Verfolger“ und „Beute“ relative, indem jeder Verfolger wieder zur Beute werden kann. Der Fuchs ist für den Hasen Verfolger, für den Bären Beute. Der Fuchs ist weiss, damit ihn der Hase schlecht sieht und der Hase ist weiss, damit ihn der Fuchs schlecht sieht; dann haben sie ja aber eigentlich beide nichts davon. Um so viel schlechter durch die weisse Farbe der Fuchs vom Hasen gesehen wird, um so viel schlechter sieht er ihn auch. Und weiter! Ein Thier, das auf der Erde meist weiss vorkommt, ist im hohen Norden oft rosa-roth, die Möve. Und im hohen Sibirien sind die Thiere ihrer schön gefärbten Felle wegen gesucht. Die Selectionsmöve wäre doch oben im Norden sicher weiss und die Iltisse, Blaufüchse, Nerze und so weiter hätten sich ihr farbiges Kleid längst abgepasst — wenn sie könnten und nicht müssten.

Für jedes Beispiel von sympathischer Färbung kann man hundert Beispiele fürs Gegentheil anführen. Ein jeder Raubvogel müsste blau

oder hellgrau sein, um sich gegen den blauen oder den grauen Himmel möglichst wenig abzuheben. Wenn es einen himmelblauen Raubvogel giebt, muss er eine grosse Seltenheit sein und die grauen Arten haben vielfach bunte Abzeichen. Daneben existiren noch weisse, schwarze, gelbe, rostbraune Raubvögel. So lange es eine Erde giebt, ist der Himmel blau und grau. Steckte in den Raubvögeln nur eine Spur von Anpassungsvermögen, so mussten sie blau oder grau oder am besten farbenwechselnd je nach dem Himmel sein.

Noch ärger steht es mit der Mimicry. Für jeden Fall von Mimicry kann man tausend Fälle vom Gegentheil anführen. Aber eine sympathische Färbung der Thiere kommt unzweifelhaft vor, ebenso wie Mimicry. Wie erklären sich die Erscheinungen? Das Geweih des Hirsches und die Säge des Sägefisches, die sympathische Färbung und die Mimicry, wie jedes Thier, jede Pflanze, wie alle lebenden und leblosen Dinge auf dieser Erde — sie sind Producte der Kräfte, die auf sie wirken. Die Natur ist ihrer Entstehung nach betrachtet untheilbar. Alles Lebendige und Leblose, jeder Vogel und jeder Fisch, jeder Stein und jedes Blatt und jedes Metall, jedwedes Ding dieser Erde muss durch die gleichen Kräfte entstanden sein. Dass hier etwas Lebendiges, dort etwas Lebloses wurde, kann nur an der Intensität und an der betreffenden Combination der Kräfte liegen. Diesen nachzugehen ist für alle Dinge unmöglich, für die leblosen noch viel unmöglicher wie für die lebendigen. Wir werden höchst wahrscheinlich nur vieles eher wissen, weshalb und wie das Leben entsteht, als wir die Entstehungsgeschichte irgend eines Elementes kennen. Dieselben Kräfte, die die Erde als Ganzes schufen, schufen jedes einzelne Ding wie es ist. Der Hirsch trägt sein Geweih, der Sägefisch seine Säge, nicht damit er eine Waffe hat, sondern weil die Kräfte, die an jenem Orte wirkten, ein Thier mit einem Geweih, und die an diesem Orte wirkten, einen Fisch mit einer Säge schufen. Dass jenes Thier sein Geweih, dieses seine Säge als Waffe benutzt, hängt wiederum von ganz anderen Dingen ab, als dass Geweih und Säge nun mal die Waffen dieser Thiere wären. Ist der Hirsch nicht in der Brunst, so sieht er sein Heil fast stets in der Flucht. Dass er aber in der Brunst ist, dafür kann er absolut nichts. Das hängt wieder von Einflüssen, Kräften ab, die ausser ihm liegen. Wir können bei so ungeheuer complicirten Gebilden wie der Hirsch und der Sägefisch nicht sagen, wie sie zu ihrem Geweih, ihrer Säge gekommen sind. Dass aber diese körperlichen Bildungen in letzter Reihe durch dieselben mechanischen Einflüsse entstanden sind wie die körperlichen Missbildungen, die wir an anderen Thieren während der Entwickelung künstlich herstellen können, dürfte nicht anzuzweifeln sein. Denn was ist der Unterschied zwischen normaler Bildung und Missbildung? Normale Bildung ist diejenige Form, welche die bei weitem grössere Majorität der betreffenden Thierart, Missbildung die Form, die eine verschwindende Mi-

norität zeigt. Die Entstehungsursachen müssen für beide die gleichen Kräfte sein, nur waren sie anders combinirt.

Dass die Thiere im Norden vielfach weiss sind, dafür ist der Grund wie stets nicht im Thier, sondern in den Kräften, die auf dasselbe wirken, zu suchen. Die Sonne scheint der Pigmentbildung im Allgemeinen sehr förderlich zu sein und Mangel an Sonne könnte mangelndes Pigment erklären. Die Menschenrassen werden an Haar und Haut desto pigmentreicher, je mehr sie sich dem Aequator nähern. Dabei sind sie hell, wenn sie das Licht nicht trifft, wenigstens werden die Negerkinder hell geboren. Daran ist nach den zuverlässigen Nachrichten von Farabery (Lancet 1898) und Schiller-Tietz (Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik 1901) nicht mehr zu zweifeln.

Der Proteus anguineus, jener Schwanzlurch der Adelsberger Grotten, den nie ein Sonnenstrahl bescheint, ist pigmentlos. Pflanzen bilden bei Lichtentziehung wohl Chloroplasten, aber kein Chlorophyll. Aber auch bei zu niedriger Temperatur bleibt die Chlorophyllbildung aus. Also Licht und Wärme gehören zur Bildung der Farben; dabei sind die Schwankungen in den Ansprüchen an beide im Thier- und Pflanzenreich ungemein gross. Mit vielem Licht und wenig Wärme bedacht, entfaltet die kleine Alpenblüthe ihre satten Farben. Die Orchideen entwickeln am besten die farbenreichen Blüthen, wenn sie vor directem Sonnenlicht geschützt, aber sehr warm gehalten werden. Es giebt aber weisse Alpenblüthen wie weisse Orchideen. Also hängt das Vorhandensein von Pigment nicht allein von Licht und Wärme, sondern noch von anderen Factoren ab, vor allem der Ernährung. Desshalb ist der Fuchs hoch oben in Norwegen weiss, unter denselben Breitengraden Sibiriens aber blaugrau.

Das Experiment bestätigt die Erfahrung. Fischel's Salamanderlarven wurden bei erhöhter Temperatur hell, bei niedriger dunkel. Flemming's bei intensivem Licht hell, bei wenigem Licht dunkel. Aber Chiarugi und Livini fanden die Larven von Salamandrina perspicillata, wenn sie im Lichte gezogen wurden, dunkel, im Dunkeln gezogen, hell. Hermann sah gleichfalls die Larve von Rana temporaria im Dunkeln hell, im Hellen dunkel werden. Für die Auster behauptet Faussek, das Licht sei ohne Einfluss auf die Pigmentbildung, während nach Ryder und namentlich nach List eine verstärkte Belichtung stärkere Pigmentablagerung hervorruft, Lichtmangel aber Abnahme des Pigments.

Das Licht kann also, berücksichtigt man diese Mittheilungen, Pigment bildend und bleichend wirken. Das eben ist der falsche Schluss. Nichts geschieht aus **einer** Ursache. Ob ein Thier hell oder dunkel wird, dazu kann Licht und Wärme viel thun. Den Grund giebt keine Kraft allein ab.

Wenn die Wüste gelb, die Thiere der Wüste gelb sind, und beide denselben Kräften schliesslich ihre Entstehung verdanken, wäre da nicht vielleicht, statt die Farbe von Wüste und Thier in ein secundäres Verhältniss voneinander zu bringen, die Annahme gerechtfertigter: Wüste und Thiere verdanken denselben Ursachen ihre Farbe? Und wenn Phyllium siccifolium, jene Heuschrecke, in Farbe und Form genau dem Blatte gleicht, auf dem sie sitzt, wer beweist, dass sie sich dem Blatte und nicht das Blatt ihr angepasst hat? Aber diese Heuschrecke und dieses Blatt, sie können in ihrer äusseren Form und Farbe wohl genau den gleichen Kräften ihre Entstehung danken. Auf die praktischen Beweise gegen die Annahme einer Mimicry, wie sie Plateau, Semper, Standfuss beigebracht haben, möchte ich nicht weiter eingehen.

Wie entgleist doch jeder, legt er den Grund der Erscheinungen auch nur zum Theil in das Subjekt, statt in die Kräfte, die auf dasselbe wirken! Nägeli nimmt als Grund für die Entstehung der Arten eine Umbildung seines Idioplasmas an, indem die dasselbe zusammensetzenden Micellen umgelagert werden. Diese Umlagerung kommt durch Bildung neuer Micellen zu Stande, die aus in Wasser gelösten Bestandtheilen sich zusammensetzen und zwischen die alten Micellen drängen. Daher werden die Organismen immer complicirter in ihrem Bau. Ursache für die Umlagerungen in den Micellen sind die Reize, die die Umgebung ausübt. Daher kommt es zur Anpassung sowohl derjenigen Eigenschaften, die die Organisationshöhe des Individuums betreffen als auch derjenigen, die sich auf sein Leben beziehen. So construirt er eine Anpassung aus äusseren und inneren Vervollkommnungsursachen und schreibt: „Wenn aber einmal auf irgend einer Organisationsstufe, die eine der beiden Kategorien von Ursachen ganz aufhören sollte, so würden nach meinem Dafürhalten die äusseren Ursachen, wenn sie allein vorhanden wären, das Lebewesen auf der erreichten Organisationsstufe beharren lassen, aber seine Anpassung fortwährend verändern; das Lebermoos würde beispielsweise nicht zur Gefässcryptogame, ein Wurm nicht zum Fisch werden können, sondern sie würden ewig Lebermoos und Wurm bleiben. Wären dagegen die Vervollkommnungsursachen allein vorhanden, so würden sie innerhalb der erlangten Anpassung die Organisation und Verrichtung weiter bilden, ohne Neues zu leisten. Die Zellen und Organe würden vermehrt mit Beibehaltung ihrer Form und Anordnung; die Functionen, die früher vereinigt waren, würden nach Zellen und Organen getrennt, aber es entständen keine neuen Functionen; es würde sich also ein grösserer und differenzirterer Organismus bilden ohne das Gepräge zu ändern. In beiden Fällen könnte die gesammte Nachkommenschaft eines Wesens zwar zu einer zahlreichen Mannigfaltigkeit, jedoch nur innerhalb einer trostlosen Einförmigkeit gelangen."

Erkennt man äussere Ursachen überhaupt als Art bildend an und meint man, dass sie die „Anpassung fortwährend verändern“ können, so muss sicherlich sich die Organisationsstufe auch verändern, wenn die äusseren Bedingungen geändert werden. Leugnet man dies, so kommt man zu Lebewesen, deren Anpassung zwar verändert ist, die aber durch veränderte äussere Verhältnisse nicht angepasst werden. Man kann eben, will man irgend welche innere Bildungsursache construiren, diese nur als secundäre auffassen, bestimmt durch die äusseren Ursachen. Secundäre Ursache ist aber ein Unding, weil etwas Secundäres schon eine Folge ist. Will man die Ursache eines Vorganges suchen, so muss man die Erscheinungen in ihrer Abhängigkeit von einander so weit zurückzuführen, bis man auf eine stösst, die wir nach unseren Kenntnissen für den betreffenden Fall nicht mehr aus anderen ableiten können. Die Erscheinungen an der Zelle lassen sich aber alle aus den Kräften ableiten, die von aussen auf sie wirken.

Wenn Autoren, wie Ernst von Baer, die Entstehung der Arten durch innere Gründe eine „Zielstrebigkeit“ erklären, so ist damit nur ein neues Wort für einen alten Begriff geschaffen. Was ist denn der „Bildungstrieb“ Blumenbach's anderes als eine „Zielstrebigkeit“? von Baer unterscheidet Zweckmässigkeit und Zielstrebigkeit. Zweck soll Ausfluss der Freiheit sein, Ziel ein vorgeschriebener Erfolg. Wenn der Vogel einen Flügel entwickelt, so ist das ein zielstrebiger Vorgang, der fertige Flügel aber wirkt zweckmässig. Dann müssen wir jedem Lebewesen in seiner Entwickelung eine freie Willensbestimmung zuerkennen. Wir sehen aber, wie die Entwickelung der Lebewesen durch alle äusseren Einflüsse in genauem Verhältnisse zu diesen Einflüssen geändert wird. Und bis zu welcher Höhe reichen diese Aenderungen! Wir können durch Einflüsse auf die Entwickelung Wasserthiere zu Landbewohnern und Landbewohner zu Wasserthieren machen! Das Lebewesen kennt kein Ziel und keinen Zweck, weil es nur Dinge kennt, die schon vor ihm waren oder mit ihm sind, nicht Dinge, die noch kommen sollen. Würde es sich mit Zweck oder Ziel bilden, so müssten die Arten stehen bleiben oder sich rückbilden.

Nimmt man aber an, dass mit „Ziel“ und „Zweck“ nichts Bewusstes gemeint sei, sondern nur ein unbestimmter Drang etwa im Sinne Snell's, der von einem Drange zur Vervollkommnung spricht, so wirft man einen Factor in die Discussion, mit dem sich speculirend ausgezeichnet, naturwissenschaftlich gar nicht operiren lässt. Bezeichnet doch das Wort „Drang“ irgend etwas ganz Unbestimmtes, was nicht zu definiren und nicht zu fassen ist. Es erklärt nichts, man kann aber mit ihm Alles erklären.

Nach Crato muss die Zelle die ihr zur Verfügung stehenden Kräfte auszunutzen „verstehen“. Sie muss den „Willen“ dazu haben und das „Können“, sonst helfen ihr die Kräfte gar nichts. Hier wird die Kraft

in einem Sinne aufgefasst, für den Verständniss zu gewinnen, sehr schwer ist. Man stellt sich allgemein vor, dass die Kräfte, wo sie sind, auch wirken. Ob und wie wir ihre Wirkung wahrnehmen, liegt an uns. Kräfte, die nicht wirken, kann es nicht geben, weil wir nur, wenn eine Wirkung wahrzunehmen ist, Kräfte annehmen. Will man das nicht anerkennen, so muss man unsere gesammten naturwissenschaftlichen Vorstellungen aufheben. Crato schreibt von dem „Willen“ der Zelle: „Da nun alle Einzelvorgänge in der Zelle von dieser Kraft geleitet werden, so ist es schlechterdings auch unmöglich, die Einzelerscheinungen auf Grund von rein mechanischen oder rein chemischen Gesetzen zu erklären, sondern bei den betreffenden Betrachtungen muss stets darauf Rücksicht genommen werden, dass ein freier, ungezwungener Wille mit der einzelnen Erscheinung auf eine uns unerklärliche Weise innig verknüpft ist.“ Nimmt man dies an, so müssen wir uns in der Naturforschung mit der Darstellung des Thatsächlichen bescheiden. Denn wie kann man den Grund für irgend eine Erscheinung an der Zelle eruiren wollen, rechnet man mit einem „freien, ungezwungenen Willen“ der Zelle. Sie ist ja dann in der Lage, auf die Einwirkungen der Aussenwelt zu antworten, wie sie „will“. Und jedes verständige Experiment lehrt das Gegenteil! Ich kann die Ranken der Pflanze ziehen wie ich will, die befruchtete Eizelle zwei oder mehr Embryonen schaffen lassen, der Zelle Pigment machen und nehmen, ganz genau wie ich die Kräfte auf die Zelle wirken lasse.

Darwin und seine Lehre würden vieles erklären, vielleicht sogar die meisten Einzelheiten, das Hauptsächlichste aber lassen sie unerklärt, das absolut Gesetzmässige in der Wandlung der Organismenwelt. Diese Gesetzmässigkeit kann nur in einem einheitlichen Grunde zu suchen sein. Wandelt sich die ganze Organismenwelt dauernd, so müssen sich die Ursachen, aus denen sie überhaupt existirt, dauernd wandeln. Da wir als Ursache der Erscheinungen, die wir an der Zelle wahrnehmen, die Kräfte, die auf sie wirken, glauben aussprechen zu müssen, können wir uns dem Schlusse nicht entziehen, dass die gesammten Kräfte auf dieser Erde in ihrer Combination dauernden gesetzmässigen Veränderungen unterliegen. Dies entspricht den Thatsachen. Denken wir an die Perioden, die diese Erde durchgemacht hat, so finden wir bei einer anderen Combination von Kräften, unter denen die Wärme am meisten in Erscheinung tritt, eine andere Fauna und andere Flora. Durch langsame und stetige Veränderung der Kräftecombination wurden Fauna und Flora langsam und stetig verändert. Die untergegangenen Lebewesen sind nicht ausgestorben, weil sie sich an die veränderten Bedingungen auf dieser Erde nicht anpassen konnten, sondern weil diese veränderten Bedingungen solche Wesen nicht mehr schaffen. Die Veränderungen, die diese Erde durchmacht mit Allem, was auf ihr lebt

und nicht lebt, sind Ausdruck veränderter Kräftecombination, die auf sie wirken. Deshalb muss Alles, Lebloses wie Belebtes, übereinstimmende Züge tragen, deshalb muss Alles gesetzmässig geformt sein und sich gesetzmässig weiter formen.

Nur die Combination der Kräfte, d. h. der Kraftformen, kann sich ändern, die Intensität muss dieselbe sein, da Kraft ewig erhalten bleibt. Die verschiedenen Formen aber, in der sich Kraft äussern kann, als Wärme, Licht, Electricität etc. erklären wahrlich genügend durch verschiedene Combination die Wandlungen alles Existirenden. Und ausser der Kraft bleibt, weil er eben nur ein Ausdruck von Kraft ist, der Stoff erhalten, nicht aber im Sinne Weismann's und seiner Vererbung durch continuirliches Keimplasma ohne Vererbung der erworbenen Eigenschaften. Was aus der Erbmasse wird, bestimmen die Verhältnisse, unter die sie geräth.

Es ist aufgefallen und bestätigt worden, dass auf der dem südlichen Polarmeere vorgelagerten, während des grössten Theils des Jahres von schweren Stürmen heimgesuchten Inselgruppe der Kerguelen unverhältnissmässig viele Insekten flügellos sind. Man schloss, sie hätten sich die Flügel abgepasst, weil ihnen das Fliegen nur Gefahr bringt, indem die Stürme sie fliegend leichter auf's Meer hinaustrieben. Aber ebenso wenig wie der Hirsch das Geweih trägt, damit er eine Waffe hat, haben die Vögel Flügel, damit sie fliegen können. Die Flügel können ihre Entstehung nur der Bilanz zweier Kräfte verdanken, der Anziehungskraft der Erde, also der Schwere des betreffenden Lebewesens, und der Auftriebskraft der Winde. Die Lebewesen, die fliegen zuerst lernten, mussten relativ leicht sein, damit die Winde sie heben konnten — der Wind wirft einen Menschen wohl um, hebt ihn aber nicht in die Lüfte —, die Winde aber durften nicht zu schwere sein. Waren sie das, so überwand die Schwerkraft des Thieres nicht die Auftriebkraft des Windes, und der Gewalt dieses überliefert, musste das Lebewesen aus Nahrungsmangel zu Grunde gehen. Also Auftriebkraft der Winde und Anziehungskraft mussten wechselseitig stärker sein, damit es zum ersten Fluge kam. Die Fähigkeit der Vögel, in der Luft zu bleiben, entstand nicht aus der Existenz der Flügel, sondern die Flügel entstanden, weil das Thier bald in die Luft getragen wurde, bald zur Erde fiel, wenn man so will durch Druck und Gegendruck der Luft. Der Vogel ist dem Aufenthalt in der Luft angepasst, weil die Kräfte, die in der Luft vorhanden sind, die Flügel formten. Die Insecten auf den Kerguelen haben sich die Flügel nicht abgewöhnt, weil sie ihnen nichts nützen, sondern die Stürme auf den Kerguelen wirken auf die Flügelbildung hindernd. Wie der Vogel sich nicht der Luft angepasst, sondern die Luft die Flügel geschaffen hat, so passt der Fisch ins Wasser, weil das Wasser den Fisch formte. Aendere ich das Wasser, so ändert dieses den Fisch. Kann dieser die Aenderung nicht aushalten, so stirbt

er. Das ist auch kein freier Wille von ihm. Das geänderte Wasser tödtet ihn.

Die Landbewohner haben ihre Lungen nicht, damit sie in der Luft leben, und die Wasserthiere nicht ihre Kiemen, damit sie im Wasser leben können, sondern die Lungen hat die Luft, die Kiemen das Wasser geschaffen. Von der allgemeinen Art dieser Entstehung lässt sich wohl eine Vorstellung bilden. Bei der grossen Anziehungskraft, die zwischen lebendiger Substanz und Sauerstoff herrscht, kann dieser von jener oder jene von diesem angezogen werden. Welcher von beiden Stoffen sich auf den anderen zu bewegen wird, hängt lediglich von den Kräften ab, welche die beiden Stoffe am Orte fixiren resp. ihrem Massenverhältniss. Mit den Landthieren kommt der Sauerstoff als frei in dem „Luft“ genannten Gemenge vorhanden in Berührung, mit den Wasserthieren an Wasserstoff gebunden. Bei der Anziehung zwischen lebendiger Substanz und Sauerstoff bewegt sich der freie Sauerstoff auf die lebendige Substanz zu und dringt in sie ein. Deshalb kommt es zur Bildung von Lungen. Auch der Sauerstoff des Wassers und die lebendige Substanz ziehen sich an. Die lebendige Substanz folgt hier aber dem Zuge des Sauerstoffs, d. h. das Bioidenmolekül ist leichter, als das Wassermolekül. Deshalb kommt es zur Bildung von Kiemen. Weshalb die Athmungsapparate von der Haut oder von dem Darm ausgehen, hat mit dieser allgemeinen Anschauung nichts zu thun, sondern ist nur durch die Untersuchung zu beantworten, welche Kräfte neben der Anziehungskraft zwischen lebendiger Substanz und Sauerstoff in den einzelnen Fällen wirksam sind. Der Vorwurf, die lebendige Substanz könne unmöglich leichter als das Wasser sein, denn dann müssten alle Lebewesen schwimmen, ist hinfällig: Die Lebewesen bestehen aus Zellen, die Zelle aus Bioiden, d. h. lebender Substanzen und Trophomigma. Ohne weiter noch auf die mit Luft gefüllten Hohlräume einzugehen, die jeder complicirter gebaute Organismus aufweist, oder die Schwimmvorrichtungen vieler Organismen wird das Schwimmen jedes Lebewesens im Wasser wesentlich mit davon abhängen, wie gross das specifische Gewicht seines Trophomigmas ist. Die lebendige Substanz kann immer leichter als Wasser sein, deshalb schwimmt ein Organismus noch nicht.

Werden die Larven gewisser Tritonen verhindert, Landbewohner zu werden, so tragen sie zeitlebens ihre Kiemen, werden geschlechtsreif und pflanzen sich als Kiementräger fort. Wie das Wasser die Kiemen gebildet hat, so erhält es die Kiemen. Die Athmungsorgane passen sich nicht dem Wasser an, sondern das Wasser formt die Athmungsorgane. Wird der Kiementräger in die Luft gebracht, so macht ihm die Luft Lungen. Gelingt das nicht, so stirbt das Thier. Die Gewichtsverminderung im Wasser macht die feinen, dünnwandigen Hautlappen, die Kiemen, auseinandertreiben und schafft so eine grosse Oberfläche,

an der die Bioiden in die Nähe des Sauerstoffs eilen. In der Luft legen sich die Hautlappen aneinander, der Sauerstoff eilt auf die Bioiden zu, findet aber bei der verminderten Oberfläche nur relativ wenige, so dass die meisten an Sauerstoffmangel zu Grunde gehen.

Der Tiger mit seinem hellen Fell und den dunklen Querstreifen darauf soll sich nach allgemeiner Ansicht diese Art der Zeichnung zugelegt haben, um sich den Lichteffecten an seinen gewöhnlichen Aufenthaltsorten, den Rohrdickichten, Dschungeln, anzupassen. Indem die Sonne durch das Rohr scheint, wechseln in ihm mehr und weniger senkrechte, streifige, helle Lichter und dunkle Schatten ab. Könnte man nicht versuchen, die Gründe für die Zeichnung des Tigers statt in ihm zu suchen in Kräfte zu verlegen, die auf ihn wirken? Fest stehen ja nur zwei Thatsachen: 1. Das Rohrdickicht giebt ähnliche Lichteffecte wie das Tigerfell und 2. Der Tiger lebt im Rohrdickicht. Es weist vieles darauf hin, dass die tropische und subtropische Sonne in hervorragendem Masse die Pigmentbildung in den Hautdecken befördert. Wäre es nicht viel naturwissenschaftlicher gedacht, statt mit der mystischen Fähigkeit der Anpassung, mit dieser durch die Beobachtung gestützten Eigenschaft der Sonnenstrahlen, also einer bestimmten Combination von Licht und Wärme, zu arbeiten? Wo die senkrechten Stämme des Rohres das Tigerfell beschatten, entwickelt sich spärliches Pigment, reichliches, wo die Sonne durch das Rohr den Tiger belichtet. Deshalb ist das Thier unregelmässig hell und dunkel quergestreift.

Das Thier hat nicht die Augen zum Sehen und nicht die Ohren zum Hören. Die Augen sind ein Product des Lichtes wie das Gehörorgan ein Product des Schalles. Hätten die Thiere die Ohren zum Hören und die Augen zum Sehen, so müssten nothwendigerweise diejenigen, die unter den schlechtesten Schall- resp. Lichtverhältnissen leben, die feinsten Hör- resp. Sehapparate haben. Das Umgekehrte ist der Fall. Je schlechter die Licht- resp. Schallverhältnisse sind, desto plumper sind die Seh- resp. Hörorgane. Und erreicht nie ein Lichtstrahl, nie eine Schallwelle das Thier, so hat es keinen Seh- und keinen Hörapparat. Also bilden die Kräfte ausserhalb des Thieres diese Organe.

Das Thier sieht mit dem Auge, hört mit dem Ohr, kämpft mit dem Geweih, läuft mit den Beinen, kaut mit den Zähnen etc., aber Auge, Ohr, Geweih, Beine, Zähne sind ihm nicht zum Sehen, Hören, Kämpfen, Laufen, Kauen eingesetzt. Sie sind der Ausdruck von Kräften, die auf das Thier gewirkt haben. Wir nennen das Product der Lichtstrahlen Auge, das Product der Schallwellen Ohr. Es giebt aber Thiere, z. B. die Spinnen und Insecten, die sehr gut hören und gar keine Ohren, auch nicht einmal Hörblasen haben. Die percipiren wohl die Schallwellen mit ihrer gesammten Körperoberfläche. Da hat der Schall auf die Bildung ihrer Körperoberfläche irgendwie eigenthümlich eingewirkt.

Weshalb diese Wirkung meist local, selten allgemein ist, das lässt sich heute nicht mehr sagen. Das Ohr der Spinne ist ihre Körperoberfläche.

Das Thier sieht mit den Augen und hört mit den Ohren, weil auf das Auge dauernd die Licht-, auf das Ohr dauernd die Schallwellen einwirken. Hört diese Wirkung auf, so hört das Seh- und Hörvermögen auf. Das Thier wird nicht blind, weil nichts zu sehen ist, sondern weil das Licht es nicht bescheint. Also nicht die Dunkelheit ausserhalb des Thieres ist Grund seiner Blindheit, sondern der Grund ist, dass es selbst nicht vom Lichte beschienen wird. So lange das Thier vom Licht getroffen wird, sieht es. Dass diese Betrachtungen hier nicht für das einzelne Individuum als giltig hingestellt werden sollen, ist wohl kaum besonders hervorzuheben. Es sollte hier nur kurz der Beweis versucht werden, weshalb man an eine Anpassung in irgend welchem activen Sinne nicht glauben kann. Man sieht, betrachtet man ein einzelnes Individuum, keinen Kampf ums Dasein, auch nicht wie SPENCER es nennt, ein „Ueberleben des Passendsten“. Man sieht nur, wie jeder Stoff, ob lebend oder nicht lebend, der Ausdruck der Kräfte ist, die auf ihn wirken. Das Geweih des Hirsches, die Säge des Sägefisches, die Streifen des Tigers sie sind ein Product der Kräfte, die auf den Schädel des Hirsches, auf den Oberkiefer des Sägefisches, auf das Fell des Tigers gewirkt haben. Sie sind aber nicht zum Zwecke einer Waffe oder eines Schutzes geschaffen.

Es ist eine alte Erfahrung aller Pflanzen- wie Thierzüchter, dass die Individuen am besten, am kräftigsten und den Eltern am ähnlichsten an dem Orte gedeihen, an dem sie geboren sind. An diesem Orte wirken auf Kinder und Eltern die gleichen Kräfte; deshalb werden die Kinder an diesem Orte den Eltern am ähnlichsten. Bringt man die durch zu schweren oder zu leichten Boden oder irgend welchen ihm beigemischten Stoffen degenerirten, d. h. von den Eltern abweichenden Pflanzen in ihren Mutterboden zurück, so gewinnen sie ihren ursprünglichen Character wieder. Diese Naturbeobachtung ist sehr alt. Sie findet sich in der Sage vom Riesen Antaeus, dem Sohne des Wassergottes und der Erdgöttin, der stets neue Kraft gewann, wenn er seine Mutter, die Erde, berührte.

Eine natürliche Zuchtwahl kann nimmermehr die Entstehung der Arten erklären. An einem Orte kann nur eine Art existiren, weil eben der Ort, die gesammten am Orte waltenden Kräfte, die Art formten, und wird eine andere an diesen Ort verpflanzt, so geht sie unter oder wird der Art des Ortes gleich. Diese viel bestätigte Thatsache veranlasste schon MORITZ WAGNER und selbst ROMANES die natürliche Zuchtwahl im Sinne DARWIN's nicht anzuerkennen.

Schlimm steht es mit dem „Kampf ums Dasein“ als Stütze der Selectionstheorie. DARWIN fasst den Begriff „Kampf“ einfach und klar auf, wenn er auch statt ihn zu präcisiren, in seiner bekannten Manier

ihn durch überreiche Beispiele erläutert. Vergebens sucht man eine scharfe Definition und wenn man im 13. Capitel seiner „Abstammung des Menschen" einen Abschnitt „Gesetz des Kampfes" überschrieben sieht, fahndet man in demselben auch ganz vergeblich nach irgend einer Formulirung, aus der man ein Naturgesetz herauslesen könnte. Immerhin ist aus der Gesammtheit seiner Ausführungen klar, dass er den Begriff „Kampf" in dem üblichen Sinne gebraucht, nach dem zu demselben zwei Kämpfer und ein Kampfobject gehören, sei es, dass dieses realer, sei es, dass es mehr ideeller Natur ist. Allerdings schreibt Darwin auch einmal, im dritten Capitel von „Ueber den Ursprung der Arten", dass er den Ausdruck „Kampf" im „metaphorischen" Sinne gebrauche. De facto thut er dies nicht, wenngleich bemerkt werden muss, dass ihm sein Standpunkt in späteren Jahren leid that. In einem Brief an Moritz Wagner aus dem Jahre 1880 bedauert er, der natürlichen Zuchtwahl gegenüber der directen Wirkung äusserer Kräfte zu bedeutenden Einfluss zugeschrieben zu haben. Die Darwinisten waren darwinistischer als Darwin, und da sie merkten, dass das ganze künstliche Gebäude der Selectionstheorie ins Wanken gerieth, wenn der Kampf ums Dasein nicht besser gestützt würde, sahen sie sich nach mehr Fundamenten für diesen um. Sie fanden aber keine, weil es eben einen solchen Kampf nicht giebt. Um aber die Theorie zu retten, modelten sie den Begriff des Kampfes. Wie weit das geht, dafür sei die Definition Spitzer's ein Beweis, nach welcher der Kampf ums Dasein, „insoweit er wirklich ein allgemeines Naturgesetz vorstellt", einfach der Ausdruck der Abhängigkeit jedes organischen Lebens von den Lebensbedingungen ist. Wo Kampf ist, müssen zwei active Theile sein, anderenfalls ist eben kein Kampf. Kampf, der eine „Abhängigkeit" vorstellt, ist eine contradictio in adjecto.

Bei Ablehnung der Theorien von der natürlichen Zuchtwahl und jeder activen Anpassung könnte es scheinen, dass es schwer sei die Entstehung der Arten zu verstehen. Dem ist nicht so. Die Entstehung der Arten muss im wesentlichsten von der Entstehung der lebendigen Substanz abhängen. Es giebt sehr verschiedene lebendige Substanzen. Das schliessen wir aus ihrer verschiedenen chemischen Reaction. Zwar ist die Substanz, die wir untersuchen, eben durch ihre Reaction meist schon todt. Wenn wir aber zwei benachbarte Substanzen finden, die unter sonst gleichen Umständen in derselben Art verschieden sofort nach dem Tode reagiren, so müssen wir annehmen, dass sie auch im Leben verschieden reagiren, also verschieden sind. Indem die verschiedenen lebendigen Substanzen unter differente äussere Verhältnisse kommen, müssen sie zu sehr Verschiedenem wachsen. Die Frage, ob nicht dauernd lebendige Substanz neu entsteht, ist unbeantwortet. Wo lebendige Substanz entsteht, muss sie sofort als Zelle auftreten. Das ist früher bewiesen worden. Wenn heute irgend

wo lebendige Substanz neu entsteht, wird sie stets zu den bereits existirender Organismen ähnlichen wachsen müssen. Denn die Dinge, die jetzt existiren, sind unter denselben oder sehr ähnlichen Verhältnissen entstanden als die Dinge, die jetzt entstehen. Will man das nicht anerkennen, so kommt man zu dem unhaltbaren Schluss, dass die Verhältnisse, unter denen lebende Substanz entsteht, sehr abweichend von denen sind, unter denen sie existirt. Der Schluss ist unhaltbar, weil die lebende Substanz, sobald sie entstanden ist, sofort existirt. Sind die Verhältnisse also nicht gleich oder sehr ähnlich, so müssten sie in dem Augenblick, in dem die lebende Substanz entstanden ist, eine Aenderung erfahren. Eine unmögliche Vorstellung!

Es werden auf der Erde in jeder Periode nur Lebewesen entstehen können, die, ganz allgemein ausgedrückt, nach denselben Prinzipien gebaut sind und leben. In zwei verschiedenen Perioden dieser Erde aber können sehr verschiedene Bildungen existiren. Sollte Jemand die Annahme der Existenz verschiedener lebender Substanzen ablehnen — eine Anschauung, die ich nicht theilen kann — so scheint die Entstehung der verschiedenen Arten aus einer Art lebendiger Substanz zu erklären, auch keine Schwierigkeiten zu haben. Zeige ich Jemandem ein Stück Eis, eine Wolke am Himmel, einen Fluss, so kann er unmöglich erkennen, dass alle drei Dinge aus demselben Stoff bestehen. Er weiss dies nur durch Erfahrung. Wenn aber eine einzige Kraft, die Wärme, einem Stoff so sehr verschiedenes Aussehen und verschiedene Form geben kann, wie sie ein Stück Eis, eine Wolke, ein Fluss zeigen, so hat die Vorstellung, es könnte aus derselben lebendigen Substanz durch Einwirkung zahlreicher, auf verschiedenste Art combinirter Kräfte in dem einen Fall ein Vogel, in dem anderen ein Fisch entstehen, nichts absonderliches. Fisch wie Vogel sind aus Zellen zusammengesetzt. Jede Zelle ist das Product der Kräfte, die auf sie wirken. Gesammtproduct ist der Fisch, der Vogel. Und wie der Ort, an dem die lebendige Substanz entsteht oder entstanden ist, massgebend für das ist, was aus ihr wird, so wandelt er auch die Arten, indem das Thier den Ort seines Lebens verlässt oder die Kräfte am Orte sich wandeln. Kreuzungen dürften in der Natur bei Entstehung der Arten nur eine sehr geringe Rolle spielen.

Die Frage von der Entstehung der Arten hängt aufs innigste zusammen mit der von der Entstehung der lebendigen Substanz. So lange diese nicht in einer unserem Verstande fassbaren, der Kritik Stand haltenden Form gelöst ist, kann jene nicht gelöst werden.

Die Bewegungen innerhalb der Bioiden sind nicht wahrnehmbar, wohl aber die Bewegungen etlicher Bioiden innerhalb der Zelle. Das Protoplasma kann als ganzes sich bewegen. Es können aber auch die

Körner, die Bioiden, in ihm sich bewegen. Ihre Bewegungsmöglichkeit hängt natürlich von physikalischen Verhältnissen ab, d. h. ob die locomotorischen Kräfte stärker sind als die sie am Orte fixirenden. Die Bewegung der Bioiden ist Ausdruck chemischer Anziehung und Abstossung.

Wenn SCHENK eine solche Fernwirkung glaubt leugnen zu müssen, so stützt ihn allerdings die Erfahrung. Denn wo auch immer wir eine Bewegung zwischen zwei Körpern sehen, können wir dieselbe auf physikalische Kräfte zurückführen. Dies ist der Fall, wenn wir Eisen dem Magneten nähern, ein Stück Natrium auf Wasser werfen, beim rotirenden Kampher etc. Wir können aber nicht umhin, wenn wir zwei Substanzen miteinander in Berührung bringen und diese eine chemische Verbindung eingehen, uns vorzustellen, dass Theile dieser Substanzen gegen einander eine andere Lage als zuvor eingenommen haben. Ob wir diese Theile Atome, Moleküle oder sonst wie nennen, ist irrelevant. Wo Theile ihre Lage verändert haben, muss eine Bewegung gewesen sein. Dass wir diese mit unseren Sinnen und unseren Hilfsmitteln nicht wahrnehmen können, liegt vielleicht nur an uns und unseren Hilfsmitteln.

Der Sauerstoff ist allerdings mit seinem Atomgewicht von 32 sehr leicht beweglich. Einerseits aber giebt es Körper mit leichterem Atomgewichte, so Wasserstoff, Stickstoff, andrerseits giebt es Ausnahmen von der zweiatomigen Structur der Moleküle, so Phosphor, Arsen, Quecksilber, Cadmium. Es ist ferner nicht zu vergessen, dass die Art Bewegung zweier Körper auf einander zu, d. h. welcher von ihnen sich auf den anderen bewegt, nicht nur von ihrer Anziehungskraft bestimmt wird, sondern auch von den sie am Orte fixirenden Kräften resp. den Widerständen, auf die sie stossen. Nun spricht für die Annahme, dass die äussersten Schichten der Zelle relativ schwer zu durchdringen sind, mancherlei. Etliche Autoren nehmen eine Verdichtung der oberflächlichen Schichten der Zelle an, während andere die Zelle mit einer Oelschicht umkleidet halten. Sauerstoff und Bioiden wollen zusammen. Dringt der Sauerstoff nur langsam ein, so eilen die Bioiden ihm entgegen, vorausgesetzt, dass sie nicht fixirt sind oder Widerstände finden. Für beides spricht allgemeiner nichts.

Woraus sollen diese Bioiden bestehen, dass ihre Substanz leichter ist als der Sauerstoff + der immerhin geringen Widerstände? Auch nur der Versuch diese Frage zu beantworten wäre bei unseren jetzigen Kenntnissen von der Chemie der lebendigen Substanz ungerechtfertigt. Wenn aber Jemand schlechtweg erwiederte, „Eiweiss muss schliesslich dabei sein und das Eiweissmolekül ist riesengross,“ der überlege zweierlei: Erstens haben mehrfache Eiweissanalysen ergeben, dass das Molekül relativ wenig Sauerstoff, hingegen sehr viel Wasserstoff und Stickstoff

enthält und zweitens, dass das Eiweissmolekül nach den Gesetzen und Anschauungen der physikalischen Chemie wie alle Moleküle kein Molekül im bisherigen Sinne, sondern als ein mechanisches Gemenge aufzufassen ist. Stellt man sich vor, dass der Stickstoff und Wasserstoff dieses Gemenges und der schwerere Sauerstoff auf einander zueilen, so wird es Facit eines zur Zeit noch unmöglichen Exempels sein, wann sie die übrigen Stoffe des Bioids mit sich zu reissen vermögen und wann der Sauerstoff + der Widerstände leichter beweglich als das Bioid ist. Die Anschauung RHUMBLER's, dass es Chemotropismus für Moleküle nicht gäbe, ist so lange unhaltbar als wir chemische Vorgänge mit Umlagerungen von Stofflichem erklären müssen. Könnten wir das aufgeben, so wäre das Ideal aller Naturforschung erreicht. Wir könnten dann vom Stofflichen absehen und nur das Walten der Kräfte beobachten. Dazu aber reichen bisher unsere Sinne und als Consequenz davon unsere Gedanken nicht aus.

Die Anziehung und Abstossung erklärt, weshalb wir in den äussersten Schichten der Zelle keine Körner finden. Man hat diese Schichten gerade ihrer Körnerfreiheit wegen als Hyaloplasma bezeichnet im Gegensatz zum mehr centralen Körnerplasma. Die äussersten Schichten der Zelle müssen enthalten: 1. die soeben in die Zelle eingetretenen Nahrungsstoffe, 2. die Abfallsstoffe der Zelle, die eben im Begriff sind die Zelle zu verlassen. Indem diese auf jene einwirken, veranlassen sie höchstwahrscheinlich bereits in den äusseren Schichten der Zelle Umlagerungen der Nahrungsstoffe, die sie etlichen Bioiden assimilirbar machen. Demnach wäre wohl anzunehmen, dass die Nahrungsstoffe bei ihrem Eintritt in die Zelle eine Anziehungskraft auf die Bioiden und umgekehrt die Bioiden eine Anziehungskraft auf die in die Zelle eben eingetretenen Nahrungsstoffe nicht ausüben. Die in den äusseren Theilen der Zelle vorhandenen Abfallsstoffe müssen aber eine Abstossung auf die Bioiden ausüben, da sie ja von ihnen bereits einmal als unbrauchbar abgestossen sind. Daher sind die äussersten Schichten der Zelle frei von Bioiden.

Etliche Autoren, so namentlich ENGELMANN, BÜTSCHLI, F. E. SCHULTZE, GRUBER, RHUMBLER u. A., halten die Substanz des Ektoplasmas erzeugt durch das Entoplasma, wie sie andrerseits eine Auflösung von Ektoplasma im Entoplasma annehmen. Weiter sprechen sie das Ektoplasma als eine Verdichtung des Entoplasmas durch die Einflüsse der Aussenwelt an und erklären die Entstehung der Pseudopodien durch locale Herabsetzung der Oberflächenspannung. Während der erste Satz, der Austausch zwischen Ekto- und Entoplasma mit den hier entwickelten Anschauungen gut vereinbar und auch durch Beobachtung zu stützen ist, wäre ein Beweis für den zweiten Satz, die locale Spannungsverminderung, noch zu erbringen. Ein Beweis ist weder die Theorie QUINCKE's noch die BÜTSCHLI's. Jener sieht das Protoplasma als von

einer Oelschicht umkleidet an, durch welche Eiweissseife von innen her diffundirt und so die Oberflächenspannung vermindert, dieser hält die Verminderung als durch das Platzen oberflächlicher Waben begründet. Weder aber ist das Oel noch das Platzen der Waben bestätigt. Vermuthlich sind Spannungsdifferenzen zwischen dem Ekto- und Entoplasma, weil eben zwei morphologisch so verschieden gebaute Substanzen höchstwahrscheinlich differente innere Spannungen haben werden. Dass die Spannung in der Aussenschicht stärker als im Centrum ist, kann trotz der Untersuchung Gruber's noch nicht als durchaus sicher angenommen werden. Eine erhöhte Spannung der Innenmasse brauchte noch nicht zu allseitiger Propulsion der Körner zu führen, indem dieser die Cohärenz hindernd im Wege steht, das locale Hervortreiben aber durch locale Spannungsverminderung zu erklären wäre.

Sachs unterscheidet für die Pflanzen die Bewegungen nackter, hautloser Protoplasmakörper und die Bewegungen des Protoplasmas innerhalb der Zellhaut. Jene theilt er ein in Schwimmen und Amöbenbewegung, diese in Circulation und Rotation. Die Circulation wieder trennt er in eine Massenbewegung grösserer Protoplasmaportionen und eine „strömende“ Bewegung der Substanz in diesen selbst, die an der Bewegung der eingeschlossenen Körnchen sichtbar werden.

Ein körnerhaltiger Strom im Protoplasma kann auch an vielen thierischen Zellen beobachtet werden. Ob das Strömen innerhalb des Protoplasmas verursacht wird durch den Reiz der Flüssigkeiten aufeinander — Bütschli hat unter dem Mikroskop derartige ganz regelmässige Ströme zwischen seinen Oelseifenschäumen und Glycerin nachgewiesen — oder durch den Reiz zwischen den Formelementen und den Flüssigkeiten kommt auf dasselbe hinaus, weil die Bioiden und die Flüssigkeiten, mit der sie schwimmen, nicht in der sie schwimmen, chemisch nah verwandt sind, indem sich die Bioiden dauernd mit Theilen aus dieser Flüssigkeit beladen.

Nach der von M. Schultze geäusserten Ansicht, der sich viele Forscher angeschlossen haben, ist den Körnern im Protoplasma eine Eigenbewegung nicht zuzusprechen. Sie würden nur von dem Strom mit fortgerissen. Dagegen hat Nägeli auf der Innenfläche des Primordialschlauchs der Desmidiaceen eine selbstständige Bewegung der Körner beschrieben und sie „Glitschbewegung“ genannt, (nicht mit der von Engelmann für Diatomeen, Oscillarien beschriebenen „Glitschbewegung zu identificiren!). Auch Schwendener spricht sich für eine Eigenbewegung der Bioiden aus. Bütschli fand dann in einer grossen Diatomee der Gattung Surirella Körnchen, die auf der Grenze zwischen Plasma und Zellsaft rastlos durcheinander treiben. Er erklärt ihre Bewegung in Anlehnung an Quincke durch den Wechsel der Oberflächen-

spannung auf der Grenzfläche der beiden Flüssigkeiten, welche die Körnchen in ihrer Umgebung hervorrufen. Immerhin ist nicht zu vergessen, dass, wenn sich körperliche Elemente in einer Flüssigkeit bewegen, nothwendigerweise auch diese in eine Bewegung gerathen muss, deren Art abhängig von der Bewegungsform der Körper ist. Bütschli erwähnt diesen Punkt, scheint ihn aber sehr gering anzuschlagen. —

Für eine Eigenbewegung der Bioiden, d. h. eine vom Strom unabhängige Bewegung soll die Thatsache sprechen, dass, wie M. Heidenhain beobachtete, in den Blüthenhaaren von Cucurbita pepo Bewegung einzelner Körnchen gegen den Strom vorkommt. Man muss diese Bioiden als von irgend etwas anderem als die übrigen angezogen oder von dem, was die übrigen anzieht, abgestossen halten.

Es kommen auch andere Bewegungen der geformten Elemente im Protoplasma vor als nur ein Strömen. In den sich entwickelnden Sporen von equisetum limosum sondern sich nach Sachs die Körner wiederholt von dem homogenen Plasma, um sich dann von Neuem in ihm zu vertheilen. Es giebt also hier wieder im Protoplasma Strömungen, die am Protoplasma als Ganzes nicht zur Erscheinung kommen. Auch diese Strömungen sind Ausdruck chemischer Reactionen. Denn führt man dem Protoplasma gewisse Stoffe, z. B. Chloroform zu, so sistiren sie. Diese Bewegungen sind also nur der Ausdruck von Kräften, in erster Linie Nahrungsstoffen, die auf die Zelle von aussen her wirken resp. in sie eindringen. Dass die Zelle unter mässiger Chloroformwirkung nicht stirbt, sondern nur gelähmt ist, hat Demoor bewiesen. In unsere Anschauung übersetzt bedeutet diese Lähmung: Tritt zu dem Trophomigma Chloroform, so hört die Anziehung zwischen Protoplasmabioiden und Trophomigma bald auf.

Wie die Bioiden des Protoplasmas selbstständige d. h. vom Protoplasma als Ganzes unabhängige Bewegungen zeigen, so können auch die geformten Theile des Kerns solche aufweisen. Vornehmlich documentiren sie dies in ihrem Wachsthum bei den Theilungsvorgängen, dann auch in amöboiden Bewegungen einzelner ihrer geformten Elemente, wie sie von Eimer und von Brandt beobachtet sind. Der Kern kann sich ferner in seiner Gesammtheit bewegen. Ob er dies in der Pflanzenzelle unter Ortsveränderung innerhalb des Protoplasmas thut, steht nicht ganz fest. Wenigstens können Hanstein, der diesbezügliche Studien an Cucurbitaceen resp. Compositen und Zimmermann, der sie an den Haarzellen von Bryonia dioica anstellte, es nicht mit Sicherheit behaupten. Es muss sich dies wesentlich aus der Bilanz der auf den Kern einwirkenden locomotorischen und der ihn fixirenden Kräfte ergeben. In der thierischen Zelle nähert sich, wie Korschelt nachweist, nicht selten der Kern im Ganzen dem Orte in der Zelle, an dem chemische Umsetzungen stattfinden.

Auch Bewegungen einzelner Theile des Kerns sind beschrieben

worden, so von SCHLEICHER an den Kernen von Knorpelzellen, von BRANDT an den Kernen der Eier von Ascaris nigrovenosa, von WEISMANN an dem vorderen und hinteren Polkern von Schlupfwespen. Diese Bewegungen haben, wie WEISMANN zeigt, mit der Kerntheilung nichts zu thun, wohl aber mit der Ernährung, da sie bei reichlicher Stoffaufnahme lebhafter werden. Dasselbe gilt für die amöboiden Bewegungen des Kerns der Froschleukocyten. Auch diese sind nur als chemische Reaction aufzufassen. Das beweist die Thatsache, dass sich die Fortsätze dorthin entwickeln, wo chemische Umsätze im Protoplasma durch Aufnahme von Nahrung vor sich gehen.

Die Gründe für die Bewegungen von Geisseln, Cilien brauchen wir auch nicht in der Zelle zu suchen. Sie sind theils der Ausdruck für Kräfte, die ganz ausserhalb der Zelle liegen, theils die Folge von Eindringen bestimmter Stoffe in die Zelle. Der Zelle sollen natürlich nicht diejenigen Kräfte abgesprochen werden, die jeder Körper als Folge seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften äussert. Es soll nur bewiesen werden, dass sie über andere ihr eigenthümliche Kräfte, welche die Bewegungen der Cilien oder Geisseln verursachen, nicht verfügt. Es sollen diese Bewegungen aus den gleichen Ursachen erklärt werden, die wir an den unbelebten Stoffen als die Gründe für Orts- und Formenwechsel ansehen. In diesem Sinne dürfte es deshalb als ein Versuch zur Lösung des Problems, wodurch die Bewegung der Zelle entsteht, nicht gelten, wenn M. HEIDENHAIN den Fibrillen im Protoplasma Contractionsfähigkeit zuschreibt. Damit ist die Lösung vertagt.

Die Contractionsfähigkeit lebender Substanzen wird dasjenige Problem bleiben, das bei weitem am schwierigsten zu lösen ist, viel schwieriger, als das Problem, wie ein Gedanke entsteht. Die Gründe für diesen scheinbar paradoxen Satz sind folgende: Die mechanischen Vorgänge bei der Muskelcontraction müssen viel feiner sein als die beim Denkprocess. In der phylogenetischen Reihe existiren Muskelfasern ganz bedeutend früher — schon bei den Gregarinen — als Denkprocesse, man fasse diesen Begriff so weit man will, nur halte man ihn als von der Existenz einer Nervensubstanz nicht trennbar; sonst verlieren diese Erwägungen ihren Boden. Je früher eine Fähigkeit in der phylogenetischen Reihe auftritt und fortbesteht, desto feiner ausgebildet werden wir sie annehmen müssen. Für diese feinere Ausbildung spricht energisch die unleugbare Thatsache, dass das Muskelgewebe histologisch bei scheinbarer Einfachheit viel complicirter ist, als das scheinbar complicirte Nervensystem. Was dieses complicirt, ist nämlich nur die Verbindung der Zellen untereinander, im Uebrigen lässt es sich, in Zellen und Fasern zerlegt, ohne Schwierigkeit morphologisch verstehen. Von einem solchen Verständniss der Muskelsubstanz sind wir weit entfernt. Die Begriffe „Zelle“ „Faser“ „Element“ sind für diese Gewebe morphologisch nicht scharf zu um-

zeichnen. Was man als Element, als Muskeleinheit bezeichnen will und wie dieses Element sich zur Zelle verhält, und wie dieses Element weiter histologisch aussieht, darüber hat jeder Autor seine eigenen Ansichten. Es ist wohl überhaupt sehr fraglich, ob das, was noch eine Muskelzelle genannt wird, eine Zelle und nicht viel mehr ein anderer Organismus ist, für den eine Bezeichnung noch nicht existirt. Stellt man sich nämlich vor, wie in den Muskelfibrillen, die + einen Kern die Zelle vorstellen, verschiedene Substanzen differenzirbar sind, wie in ihr dunkle körnige Elemente mit anderen abwechseln, dass um die körnigen Elemente, und zwar um jedes Korn immer hellere Substanz, wahrnehmbar ist, so ist dem, der die Muskelzelle bereits als aus Zellen zusammengesetzt anzusehen wünscht, schwer zu widersprechen. Ein Syncytium ist dies nicht. Von diesem wäre die Muskelzellengemeinschaft dadurch unterschieden, dass sie einen gemeinsamen Kern besitzt. Es wäre das, was bisher Muskelzelle genannt wurde, ein Organismus, der aus einzelnen Zellen besteht, die aber noch einen gemeinsamen Kern haben. Man könnte in weiterem Verfolg dieses Gedankens diesen Kern als ein Centralorgan betrachten, das für synergetische Thätigkeit des Zellcomplexes, die bei der Muskelzelle sehr wesentlich ist, Sorge trägt. Dies würde unsere Anschauungen über die Zelle nicht beeinflussen, da eben dann das, was bisher Muskelzelle genannt wurde, in unserem Sinne keine Zelle ist. Muskelcontraction ist Folge der Bewegung einer Flüssigkeit zwischen isotroper und anisotroper Substanz. Diese ist nur das letzte Glied einer grossen Reihe mechanischer Vorgänge, die schliesslich zur Contraction führen. Wir haben alle Ursache, uns diese Reihe länger vorzustellen, als diejenige, die zu einem Gedanken führt.

Zwei Erscheinungen sind es, welche die Flimmerbewegung in Gegensatz zu den Bewegungen der unbelebten Substanzen bringen könnten, nämlich 1. das scheinbar Automatische der Bewegungen und 2. das Periodische, Rythmische der Reizerscheinung ohne einen rythmischen oder periodischen Reiz.

Geisseln wie Cilien bestehen aus Protoplasma. DE BARY, ENGELMANN, R. HERTWIG haben für die Schwärmer etlicher niederer Organismen die directe Entstehung der Geisseln aus Pseudopodien nachgewiesen. Weiter ist nach den entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen von GURWITSCH an den Flimmerzellen des Rachenepithels von Amphibienlarven an der Entwickelung der Cilien aus Protoplasmafäden nicht zu zweifeln. Wir werden also a priori in jeder Geissel Bioiden und Trophomigma erwarten müssen. Die Geissel ist = der Cilie zu setzen. Der Unterschied ist nur ein äusserer. Sind die Fortsätze der Zelle sehr zahlreich, so nennt man sie Flimmern, Wimpern oder Cilien, sind sie in geringerer Anzahl oder Einzahl vorhanden, so werden sie Geisseln genannt. ZACHARIAS brachte die glatten cylindrischen Spermatozoen von Polyphemus pediculus in destillirtes Wasser mit fünf Procent

phosphorsaures Natron. Bald treten an jedem Pole der Zelle zwei kurze Pseudopodien hervor. Sie werden länger, spalten sich mehrfach, fangen lebhafter an zu schwingen und bilden so ein dichtes Büschel endständiger Cilien. Das Schwingen wird immer lebhafter, die ganze Zelle contrahirt sich und bildet schliesslich eine Kugel, die überall mit flimmernden Cilien bedeckt ist.

In den Wimpern sind nach allen Entstehungsformen Bioiden zu erwarten. Als solche sind wir berechtigt die kleinen Körperchen anzusprechen, welche nach Apáthy und Peter in der oberflächlichsten Schicht des Protoplasmas gelegen, mit je einer Flimmer direct zusammenhängen, also je einen Theil der Wimper selbst darstellen. Diese Bioiden, „Basalkörperchen“ genannt, müssen wir nach unseren Anschauungen als die Orte ansehen, in denen Assimilation von Nahrungsstoffen erfolgt. Nun ergeben die Untersuchungen von Gurwitsch wie von Peter zweifellos, dass die Flimmern sich nicht bewegen, wenn die Basalkörperchen noch nicht entwickelt, resp. wenn sie von ihnen losgelöst sind. Also muss die Flimmerbewegung von der Nahrungsaufnahme direct abhängig sein. Sie ist nichts Automatisches.

Das Experiment bestätigt die theoretischen Schlüsse. Engelmann und Rossbach haben ausführlich über den Einfluss von Chemikalien auf die Flimmerbewegung berichtet. Bringt man thierische Spermatozoen in auch nur ganz schwache Säuren, so hört ihre Geissel auf zu arbeiten. Bei den Pflanzen finden sich umgekehrt Fortpflanzungszellen, für deren Bioiden Säuren Anziehungskraft haben. So theilt Pfeffer mit, dass für die Samenfäden der Farne Aepfelsäure das specifische Reizmittel ist, welches sie in die geöffneten Archegonien zieht. Vertheilt man Aepfelsäure ungleich in Wasser, so treiben die Samenfäden von Selaginella immer dorthin, wo die Aepfelsäure am concentrirtesten ist. Andere Spermatozoen werden von anderen Stoffen angezogen, so die der Laubmoose von Rohrzucker, die Schwärmsporen von Saprollegnia von Fleichextract. Wie ungeheuer fein die Spermatozoen der Farne auf die Aepfelsäure reagiren, geht aus der Angabe Pfeffer's hervor, dass sie, wenn man ihnen eine mit einer 0,001 % Lösung von Aepfelsäure gefüllte Capillarröhre nähert, sofort ihre Bewegungsrichtung ändern und nach der Oeffnung der Röhre hineilen. Durch viele Reagentien kann man die Flimmerbewegung bedeutend erhöhen, durch andere zum Stillstand bringen, ohne dass etwa die Zelle stirbt. Das will sagen: Nehmen ihre Bioiden bestimmte Nahrungsstoffe auf, so reagiren die Flimmern mit Bewegungen, bei Aufnahme anderer Nahrungsstoffe bleiben sie in Ruhe. Unter den Nahrungsstoffen hat man sich nicht nur körperliche Elemente vorzustellen. Wärme, Licht, Schall, Elektricität sind für die Bioiden auch Nahrungsstoffe. Ob man sich diese Kräfte an körperliche Elemente gebunden oder nur als Bewegung denken will, thut zu dieser Anschauung nichts.

Während einerseits die Bewegung der Flimmern nichts Automatisches ist, findet sich andrerseits das Rhythmische, Periodische ohne periodischen Reiz auch sonst in der Natur und zwar in Fällen, wo wir es auf Bedingungen zurückführen können, die durch die allgemeinen Gesetze der Physik gegeben werden. SACHS führt nach dieser Richtung hin drei schlagende Beispiele an: „Das periodische Auf- und Abschwanken der Halme eines Getreidefeldes entsteht unter dem Druck eines constanten Windstromes aus der constanten Elasticität der Halme und erzeugt so die anziehende Erscheinung der Wellenbewegung eines Getreidefeldes. Ebenso ist die periodisch wechselnde Wirkung eines hydraulischen Widders, durch den constanten Wasserzufluss bei sonst constanten Umständen der Maschine selbst bewirkt, ja sogar der periodische Wechsel von Tag und Nacht, von Winter und Sommer, entsteht aus der constanten Drehung der Erde und ihrem constanten Umlauf um die Sonne.“ Es sei ferner daran erinnert, dass aus den letzten Jahren Publicationen von Seiten der Chemiker vorliegen, nach denen periodisch veränderliche Reactionsgeschwindigkeiten beobachtet sind. OSTWALD sah bei Lösung von Chrom in Säuren ein ganz gleichmässiges periodisches Schwanken der Reactionsgeschwindigkeit. Nach KÜSTER fällt und steigt häufig in ganz regelmässigen Perioden das Ampèremeter, wenn man Lösungen von Antimon in Schwefelkalium elektrolysirt. Man erklärt für diesen Fall die Erscheinung so: Der Schwefel an der Anode wird durch Schwefelkalium gelöst; überzieht sich aber plötzlich die Anode mit Schwefel, so fällt der Strom plötzlich; ist der Schwefel bis zu einer gewissen Stärke angewachsen, so löst er sich ab; der Strom steigt plötzlich. Für die OSTWALD'sche Beobachtung ist bisher eine ausreichende Erklärung nicht gefunden worden. Wir dürften nach diesen Beispielen berechtigt sein, das Periodische der Flimmerbewegung bei constanter Ursache, nämlich der Assimilation der Nahrung durch die Bioiden, auf allgemein giltige physikalische Gesetze zurückzuführen. Wir werden immer eine grössere Zahl solcher auf die einzelnen Flimmer oder Geissel wirkend annehmen müssen. VERWORN hat die Contractionsverhältnisse der einzelnen Flimmer fein studirt, HENSEN den Mechanismus der Samenbewegung beim Salamander auf Grund mathematischer Berechnungen graphisch dargestellt. Aber die Ursache des Periodischen erklärt nicht der Eine und nicht der Andere. Das Periodische der Spermatozoenbewegung beim Salamander ist Folge einer periodisch wiederkehrenden Welle, die über die undulirende Membran des Spermatozoonschwanzes läuft; die Ursachen für die Periodicität dieser Welle kennen wir nicht.

Das Rhythmische muss in letzter Instanz auf Folgendem beruhen: Zwei Kräftegruppen wirken auf die einzelne Flimmer, von denen die eine, A genannt, sie in ihrer Ruhelage, ihrem Ruhepunkt zu erhalten, die andere, B genannt, sie zu bewegen sucht; unter A werden Schwer-

kraft, Elasticität etc., unter B alle die Kräfte zu suchen sein, die Contractionen bewirken können, Temperatur, Licht, Reagentien etc.; wirken B, so kommt die Flimmer aus der Ruhelage, und da sie mit ihrem Fusse fixirt ist, schwingt sie; die Schwingung müsste in dem Augenblick zur Ruhe kommen, wenn A = B ist; dieser Augenblick trifft die Flimmer in einem Punkt, der der Gleichgewichtspunkt genannt sei; nach dem Beharrungsvermögen bewegter Massen schwingt eine Flimmer um etwas über diesen Punkt hinaus, zurückschwingend, um im Gleichgewichtspunkt zur Ruhe zu kommen, schwingt sie über diesen wieder um ein geringes hinaus; in diesem Moment muss die Kräftegruppe A stärker wirken als B und die Flimmer in ihre Ruhelage zurückziehen; dieses Zurückziehen in die Ruhelage bedeutet eine Dehnung der contrahirten Theile, da diese an der Seite der Flimmer liegen müssen, die von der Zelle aus gerechnet in der Contraction nach unten, jetzt nach oben liegen; indem die Flimmer zum Ruhepunkt zurückkehrt, schwingt sie wieder um etwas auch über diesen hinaus und zurückschwingend wieder etwas, so dass die Kräfte B jetzt das Uebergewicht über A gewinnen. Das Spiel kann sich so oft wiederholen, als beide Kräfte wirken.

Wie sich die Bewegungen einzelner präformirter Zelltheile auf physikalische und chemische Ursachen zurückführen lassen, so auch die Entstehung von Zellfortsätzen, welche sich als Theile der Zelle der Nahrung nähern. Bütschli's Oelseifenschaumtropfen zeigten deutlich auf thermische, etwas modificirte Tropfen weniger deutlich auf elektrische Einflüsse amöboide Bewegungen als Ausdruck der wechselnden Intensität und Richtung von Strömungen in ihnen. Die plumpen lobulären Fortsätze einer Amöbe — es ist manchmal schwer zu sagen, was man an ihr als Fortsatz ansprechen soll — und die feineren reticulären Pseudopodien irgend eines anderen Rhizopoden sind physiologisch vollkommen identisch. Wir haben in Beiden Theile des Protoplasmas zu sehen und demnach in ihm geformte und ungeformte Substanzen zu erwarten. Nicht nur treffen wir in ihnen Bioiden als Körnchen, eventuell die Basalkörperchen, sondern wir dürfen sogar mit Quincke, M. Schultze, Bütschli in den Pseudopodien einen centralen Achsenfaden annehmen. Bütschli wird zu dieser Annahme namentlich durch die Befunde von Achsenfäden geführt, die R. Hertwig in den Pseudopodien der Radiolarien nachwies.

Rhumbler dürfte Recht haben, wenn er sich die mechanischen Mittel, durch die sich Rhizopoden mit breiten Fortsätzen, zäherer Aussen- als Innenschicht und ohne Körnchenströmung fortbewegen, verschieden vorstellt von denen der Rhizopoden mit reticulären Pseudopodien und mit Körnerströmung. Man kann seinen vorzüglichen physikalischen Betrachtungen für die Lobosa vollkommen beistimmen und braucht dennoch ihre Bewegungen nicht als in der Oberflächenspannung

bedingt anzusehen. Oberflächenspannung ist vorhanden, wechselt und ihr Wechsel spielt eine grosse Rolle, aber dieser Wechsel ist vielleicht secundär. Das Primäre könnte die Bewegung irgend welcher in der Amöbe befindlicher und ausser ihr befindlicher Stoffe sein. Nur indem diese aufeinander zueilen, kann es zu einer Bewegung kommen. RHUMBLER nimmt ja auch eine Bewegung von Entoplasma nach dem Ektoplasma hin und in dieses hinein an und lässt das Entoplasma, in die äusseren Schichten gelangt, sich durch die Wirkung der äusseren Medien verdichten. Diese Verdichtung führt nach ihm einerseits zum Wechsel in der Oberflächenspannung, andrerseits ist sie Ursache für das Rückströmen von Körnchen in das Entoplasma. Also Ento- und Ektoplasma sind nur relative, keine absoluten Begriffe. BERTHOLD, der auch die physikalischen Gesetze von Flüssigkeitstropfen und wohl zuerst die PLATEAU-schen Gesetze auf die Bewegungen des Protoplasmas übertrug, hält den Wechsel der Oberflächenspannung als etwas Secundäres, als das Primäre aber die Anziehung zwischen den einzelnen Theilen des Amöbenkörpers und Theilen der Umgebung. Indem diese Anziehung stärker ist als die Anziehung der einzelnen Theile der Amöbe unter sich, bewegen sich die angezogenen Theile auf die Umgebung zu. Weil nun nach BERTHOLD die ganze Amöbe ein Flüssigkeitsgemisch ist, ändern sich durch diese Anziehung zwischen Theilen der Amöbe und der Aussenwelt die chemischen Verhältnisse an den einzelnen Stellen der Amöbe und damit nothwendigerweise die Oberflächenspannungen. Je nach dem das Protoplasma mehr oder weniger flüssig ist, werden die Bewegungen verschieden. Wir können uns der ganzen Darstellung anschliessen, nur halten wir die Amöbe ebensowenig wie irgend ein anderes Protoplasma für ein Flüssigkeitsgemisch.

Auf sehr viele Reize antworten die nackten Zellen mit einem Formwechsel. Wird den Rhizopoden Sauerstoff zugeführt, so strecken sie lebhaft Pseudopodien aus, in denen die centrale Körnerschicht um vieles lebhafter als bei Sauerstoffmangel strömt. Nach unseren Anschauungen werden die Körner vom Sauerstoff angezogen und umgekehrt. In ein lebhaftes Strömen zum Sauerstoff hin gerathen, drängen sie Theile des nachgiebigen Zellkörpers weit nach aussen vor. Ob eine Zelle amöboide und Pseudopodien-Bewegung hat, ob sie mehr plumpe oder feine Ausläufer aussendet, hängt demnach lediglich von der inneren Festigkeit ihres Baues ab. Eine Zelle wird innerlich desto fester gebaut sein, je weniger sie äusserlich geschützt ist, nicht weil sie im Kampf auf dieser Welt möglichst gut gerüstet auftreten will, sondern weil ihr Bau ein Ausdruck sein muss der Kräfte, die auf sie gewirkt haben. Die Kräfte werden aber auf sie desto intensiver wirken, je weniger geschützt sie ist. Deshalb bewegen sich nackte Protoplasmakörper mehr mit plumpen Fortsätzen, durch Skelette geschützte mehr mit feinen Pseudopodien.

Ob und wie eine Zelle äusserlich geschützt ist, hängt von ganz bestimmten Kräften ihrer Aussenwelt ab.

Die Bewegungen der Zelle als Ganzes unterscheiden sich weder in ihren Ursachen noch in ihrer Form von den Bewegungen, welche wir an unbelebten Stoffen wahrnehmen. Dieselben Kräfte, welche auf diese locomotorisch und formändernd wirken, sind auch Ursache für Ortsbewegung und Formänderung der Zelle. Soweit dieselben Consequenzen der Bewegungen einzelner ihrer Theile sind, ergeben sie sich als Folgerung aus dem vorher Gesagten. Die Zelle kann ihren Ort und ihre Form ändern, wenn sie in den Wirkungsbereich von Kräften kommt. Diese Kräfte können physikalische oder chemische sein, sie sind in letzter Instanz identisch. Man bezeichnet diese Eigenschaft der Zelle je nach der Kraft, in deren Wirkungsbereich sie kommt, als Chemotropismus, Heliotropismus, Thermotropismus, etc. oder als Chemotaxis, Phototaxis, Thermotaxis etc. Diese Eigenschaften der Zelle sind durch gedanken- und mühevolle Arbeiten vieler ausgezeichneter Forscher festgestellt worden.

Stahl machte zuerst darauf aufmerksam, dass die Vertheilung der Feuchtigkeit innerhalb der Unterlage bedeutenden Einfluss auf die Bewegungsrichtung der Plasmodien ausübt. In der Jugend sind sie positiv hydrotropisch, d. h. sie wandern von den austrocknenden Stellen zu den feuchteren, im Fructificationszustand werden sie negativ hydrotropisch, d. h. sie wandern zu den trockneren Stellen. Er berichtet dann weiter: „Ungleiche Vertheilung der Wärme im Substrat, sowie ungleiche Sauerstoffzufuhr bedingen ebenfalls Ortsveränderungen der Schleimpilze. In ähnlicher Weise wirken chemische, in Wasser lösliche Substanzen. Einseitige Berührung der Plasmodien mit Lösungen von Kochsalz, Salpeter, kohlensaurem Kali bewirken einen Rückzug der Plasmodien von den gefährdeten Stellen, während durch Lohaufguss oder verdünnte Zuckerlösung Zufluss des Plasmas und schliesslich Translocation der gesammten Plasmodienmasse nach der Nahrungsquelle herbeigeführt wird.“ Ferner beobachtete Stahl: „Innerhalb des verdunkelten und genügend feuchten Substrates verharren aber die Plasmodien keineswegs an demselben Ort; da die Differenzen in der chemischen Zusammensetzung der Unterlage fortwährend Verschiebung verursachen. Den schädlichen Substanzen aus dem Wege gehend, sind die Plasmodien andrerseits in wunderbarer Weise befähigt, ihr Substrat nach allen Richtungen durchkreuzend die ihnen zusagenden Stoffe aufzunehmen.“

„Sind die inneren Umwandlungen endlich so weit gediehen, dass die Plasmodien dem Fructificationszustand entgegengehen, so werden dieselben durch den nunmehr eingetretenen, negativen Hydrotropismus aus den feuchten Theilen des Waldbodens an die Oberfläche gebracht, wo sie an verschiedenen aufrechten Gegenständen heraufkriechen, um manchmal erst in einiger Höhe zu Fruchtkörpern zu erstarren.“

„Kühlt sich im Herbst das Substrat langsam ab, was in der Richtung von oben nach unten geschieht, so wandern die Plasmodien in die tieferen Regionen, die noch eine höhere Temperatur haben. Bei langsam fortschreitender Abkühlung, wie dies namentlich bei grösseren Lohehaufen eintritt, können die Plasmodien in ihrer Wanderung in ziemlich beträchtliche Tiefen gelangen, wo sie dann zu Sclerotien sich umbilden. Will man im Winter Aethaliumsclerotien auffinden, so muss man daher nicht selten die Lohemasse bis auf mehrere Fuss Tiefe nachwühlen. Bei wieder eingetretener Temperaturerhöhung keimen die Sclerotien wieder aus und es tritt dann die Bewegung in entgegengesetzter Richtung, von den tieferen, kühleren nach den oberen, bereits erwärmten Schichten ein."

Wir finden also bei den Plasmodien, deren Lebensverhältnisse genau bekannt sind und relativ einfach erscheinen, neben den physikalischen Kräften, die allen Körpern eigen sind, noch einen Hydrotropismus, einen Heliotropismus, einen Chemotropismus, einen Thermotropismus. Wir können an diesem so einfachen Object verfolgen, wie die verschiedenen äusseren Stadien seines Lebens ein Product bald mehr thermischer, bald mehr chemischer, bald mehr hydrostatischer, bald mehr optischer Wirkungen sind.

Wenn die Plasmodien ebenso wenig wie irgend eine andere Zelle besondere in ihnen liegende Eigenthümlichkeiten haben sollen, so entsteht sofort die Frage, weshalb sie in ihrer Jugendform, auf verschieden feuchtes Fliesspapier gebracht, von den feuchten Stellen angezogen werden und nicht umgekehrt die Feuchtigkeit an sich ziehen. Wir wollen die Lebensäusserungen der Zelle nur an die Bioiden geknüpft wissen. Diese sind ungemein kleine Körper, so dass, wenn zwischen ihnen und dem Wasser im Filtrirpapier eine Anziehung stattfindet, abgesehen von der mechanischen Behinderung des Wassers, die Bioiden auf die feuchten Stellen zueilen müssen. Indem sie an das Trophomigma gebunden sind, werden sie dieses, je nach seiner Cohärenz, in mehr plumpen oder feinen Theilen (lobuläre oder reticuläre Form) vortreiben. Mit wachsender Nähe der Anziehungsquelle wächst die Anziehungsstärke. Die vorgetriebenen Theile werden in ihrem Bestreben nach noch grösserer Nähe zur Anziehungsquelle durch ihre Cohärenz mit der ganzen Zelle an dieser Näherung verhindert. Indem bei ihrem Kreisen in der Zelle mehr und mehr Bioiden der Anziehungsquelle relativ nahe kommen, wächst die Anziehungskraft der ganzen Zelle und sie wird als Ganzes näher an den Ort der Anziehung herangezogen. Jetzt treiben wieder die Bioiden, die der Anziehungsquelle am nächsten sind, Theile des Trophomigmas vor u. s. f. Die Form des wandernden Plasmodiums wird bestimmt durch die Zahl, Localisation und Stärke der anziehenden Massen, sowie durch die eigene Cohärenz. Hat das Plasmodium sein Ziel erreicht, so werden sich die Wasserverhältnisse an diesem sehr

schnell ändern, indem das Wasser in das Trophomigma übergeht. Die ruhelosen Bioiden werden von neuen Quellen angezogen und das passive Wandern der Zelle geht weiter.

Mit Eintritt des Fructificationszustandes werden die Bioiden der Plasmodien von Feuchtigkeit abgestossen. Es tritt jetzt das umgekehrte Spiel, wie bei der Anziehung auf. Die Abstossungskraft sinkt mit wachsender Grösse der Entfernung und erlischt in einer von der Stärke der Feuchtigkeit abhängigen Entfernung. Die Plasmodien steigen aus dem Waldboden in die Höhe, kriechen aufwärts und kommen in einem gewissen Abstand vom Boden zur Ruhe. Wärme zieht sie im Herbst an. Da die Wärmequelle die Erde ist, müssen die Plasmodien zur Erde wandern. Sie reagiren aber auch auf Wärme recht fein, wie STAHL festgestellt hat. Deshalb werden sie in der Erde an dem Punkt bleiben müssen, auf welchen sie thermisch am stärksten reagiren. Das braucht durchaus nicht der wärmste zu sein. Ganz wie viele chemische Reactionen nur bei bestimmten Temperaturen vor sich gehen, wird das Plasmodium im Herbst nur von Erdschichten angezogen, die gewisse Temperaturen haben. Dabei wird in Folge localer physikalischer Verhältnisse das eine Plasmodium tiefer als das andere zu liegen kommen.

Wie alle Lebewesen braucht das Aethalium auch Sauerstoff. STAHL sperrte sauerstofffreies Wasser durch eine indifferente Oelschicht gegen die Luft ab und senkte auf einem Fliesspapierstreifen ein Plasmodium so in das Wasser, dass es theils in diesem, theils in der Luft war. Das Plasmodium bewegte sich gegen die Luft hin. Seine Bioiden, angezogen vom Sauerstoff der Luft, abgestossen vom sauerstofffreien Wasser drängten den Zellkörper gegen den Sauerstoff.

Experimente mit Aethalium septicum wie mit jeder Zelle, die zu dem Zwecke unternommen werden, Bewegungen zu studiren, die die Zelle auf einen von aussen auf sie wirkenden Reiz zeigt, müssen berücksichtigen: 1. die physikalischen Eigenschaften der die betreffenden Zelle zusammensetzenden Bioiden und ihres Trophomigmas, 2. die physikalischen Eigenschaften der Zelle als Ganzes; diese werden sich aus 1 ergeben können, aber weder denen der Bioiden, noch denen des Trophomigmas gleich sein, 3. die chemischen Eigenschaften der Zelltheile; diese sind identisch mit den chemischen Eigenschaften der Zelle, da dieses als Ganzes chemische Eigenschaften nicht hat, 4. die Reihe der Kräfte, die am Orte des Lebens der Zelle walten, 5. den speciellen Reiz.

THURET hat experimentell nachgewiesen, dass, wenn man Algen im Dunkeln hält, ihre Sporen nicht ausschwärmen, in dem Moment aber, wenn Licht die Pflanze trifft, ausschwärmen. Daher schwärmen die Sporen des Magens, wenn die Sonne aufgegangen ist, aus. Ein klarer Fall von Heliotropismus! Nun hat aber WALZ und dann CORNU bewiesen, wie das Ausschwärmen der Sporen ganz wesentlich von der Tem-

peratur und von dem Sauerstoffgehalt des Wassers abhängt. Also neben dem Heliotropismus noch ein Thermotropismus und Chemotropismus. Zu ihnen kommt die allen Körpern eigene Schwerkraft, die bei Lebewesen Geotropismus genannt wird. Dazu kommen ferner die chemischen Umsetzungen, die in der Pflanze selbst vor sich gehen. Es müssen eine grosse Zahl von Tropismen in einer bestimmten Combination von Reizen getroffen werden, damit die Sporen ausschwärmen.

Die heliotropischen Eigenschaften der Schwärmsporen haben Stahl, Strassburger sehr fein studirt. Sie fanden Sporen, die zum Licht hin-, und solche, die vom Licht forteilten. Dabei ist die Intensität des Lichts von wesentlicher Bedeutung, indem schwaches Licht die Sporen positiv heliotropisch, starkes negativ heliotropisch macht. Obenein zeigen Sporen derselben Art dem Licht gegenüber in so fern ein verschiedenes Verhalten, als ihre Reizschwelle für den positiven resp. negativen Heliotropismus eine verschiedene ist. Dieses Verhalten nennt Strassburger „Lichtstimmung". Schliesslich stellte sich als wirksam nur die blaue, stark brechende Hälfte des Spectrums heraus.

Wie Engelmann von Pelomyxa palustris, einer Amöbe, mittheilt, streckt sie im Schatten lebhaft Pseudopodien aus, zieht dieselben aber, von einem Lichtstrahl getroffen, sofort ein. Nach Nägeli versammeln sich grüne Algenschwärmer in einer mit schwarzem Papier umhüllten Glasröhre stets an dem Ende, an dem man Licht einfallen lässt. Der überraschende Farbenwechsel vieler Fische, Amphibien, Reptilien, Cephalopoden bei Belichtung ist durch die Contraction der Chromatophoren, sternförmiger Pigmentzellen in der Haut, bedingt. Indem sie sich contrahiren, wird einerseits ihr Lichtreflexionsvermögen intensiver, andrerseits wird das Licht nunmehr von Zellen reflectirt, die vorher durch die Chromatophoren verdeckt waren. Enthalten diese ein anderes Pigment, so muss der Effect ein buntes Bild sein. Brücke, F. A. Pouchet u. A. haben diese Verhältnisse klar gelegt. Engelmann fand Bacterienformen (bacterium photometricum, bacterium chlorinum), die zum Lichte ziehen. Stahl, Engelmann, Verworn schildern Diatomeen und Oscillarienfäden heliotropisch, Klebs Desmidiaceen; kurz, eine grosse Reihe einzelliger Pflanzen und Thiere zeigen dem Lichte gegenüber ein locomotorisches Verhalten.

Nach den Untersuchungen von Stahl, Sachs u. A. verändern die Chlorophyllkörner auf einen Lichtreiz ihre Form und ihre Lagerung zur Lichtquelle je nach Intensität derselben. Sie werden im intensiveren Licht kleiner und kugeliger und schützen sich gegen dasselbe durch Drehung oder Wanderung, im schwachen Lichte kehren sie der Lichtquelle die grösste Fläche zu. Die Chlorophyllkörner sind Bioiden des pflanzlichen Protoplasmas. Ihrer Bewegung muss bei genügender In-

tensität nothwendig die Bewegung der ganzen Zelle folgen, wenn nämlich diese Intensität stärker ist als die die Zelle fixirenden Kräfte. Ist sie dies nicht, wie es meist der Fall ist, so bleibt die Zelle an ihrem Orte, zeigt keinen Heliotropismus.

Da Licht und Chlorophyllkörner sich anziehen, kann das Licht auf das Chlorophyllkorn zuwandern oder umgekehrt. Als das Lebendige, d. h. dasjenige, auf welches alle Lebenserscheinungen in den Bioiden, also auch im Chlorophyllkorn zurückzuführen ist, haben wir eine Bewegung angesehen. Da wir einerseits uns leider eine Bewegung nicht ohne etwas Körperliches vorstellen können, andererseits die Bioiden der Pflanzenzelle unter gewissen Bedingungen auf das Licht zuwandern, müssen wir schliessen, dass die Stoffeinheit, an die die Bewegung in den Bioiden gebunden ist, leichter ist als die Aethereinheit.

Wir haben nach Gründen gesucht, weshalb die Zelle mitunter sich auf den Lichtreiz nicht bewegt, weshalb sie mitunter der Lichtquelle zueilt. Es fehlen uns Gründe, weshalb sie manchmal von der Lichtquelle forteilt. Wenn wir uns erinnern, dass gleichnamig elektrische Körper sich abstossen, dass wir Dank der genialen Versuche von H. Hertz die Electricität auf Schwingungen des Aethers zurückführen müssen, so können wir die gelegentliche Entfernung unserer Bioiden vom Licht durch die Verhältnisse der Lichtschwingungen zu den Bewegungen in den Bioiden, also durch Interferenzen begründet ansehen. Die Lichtschwingungen derselben Quelle unter denselben äusseren Bedingungen sind stets die gleichen, die Bewegungen in den Bioiden dauernd wechselnde, da sie von allen möglichen Kräften, von denen einige am Orte ihres Lebens immer vorhanden sind, beeinflusst werden. Wenn wir uns nun die Lichtwirkung als eine chemische Wirkung vorstellen, was wir können, vielleicht müssen, so bewirkt verschieden intensives Licht eine verschieden intensive chemische Wirkung. Da eine chemische Wirkung wiederum in einer Bewegung der Atome besteht, so ist bei jedem quantitativ wechselnden Licht, von tiefster Dunkelheit bis blendender Helle, ein Moment denkbar, in dem die Bewegung der Bioiden eine, sagen wir, Form annimmt, in der sie und das Licht sich abstossen. Sind die Stoffeinheiten der Bioiden leichter als die Aethereinheit, so wird in diesem Moment die Zelle, sofern sie die Bioiden bewegen können, das Licht fliehen.

Sachs und mit ihm Frank und Stahl halten die Drehung der Chlorophyllkörner als etwas secundäres, als die Folge der, wie Sachs schreibt „entsprechenden Bewegungen" des Protoplasmas. Ich gestehe, mir leider eine andere Vorstellung von den „entsprechenden Bewegungen" des Protoplasmas nicht machen zu können, als dass das Protoplasma als Ganzes heliotropisch ist. Angenommen, das Protoplasma als Ganzes ströme dem Licht entgegen oder von ihm fort, so giebt es keinen Grund, aus dem sich einsehen lässt, weshalb die Chlorophyllkörner bei ihrer

statischen Abhängigkeit von den flüssigen Theilen des Protoplasmas sich in diesen anders orientiren, sobald Licht auf das Protoplasma wirkt. Diese Aenderung in der Orientirung spricht für eine Unabhängigkeit des Chlorophyllkörpers bei Lichtreiz von den flüssigen Bestandtheilen. Wenn wir somit auf Lichtreiz eine von der Flüssigkeit unabhängige Bewegung der körperlichen Elemente sehen, wenn wir ferner eine Bewegung der Flüssigkeit + der körperlichen Elemente sehen, so lässt sich eine Abhängigkeit der beiden Bewegungen voneinander nur construiren, wenn die der körperlichen Elemente die primäre ist. Beide Bewegungen für unabhängig voneinander zu halten, ist abzuweisen. Wenn in einer Flüssigkeit körperliche Elemente in Bewegung gerathen, werden sie nothwendig Theile der Flüssigkeit in eine entsprechende Bewegung versetzen. Ob diese sich als Ganzes dann bewegt, hängt von der Zahl der körperlichen Elemente, eventuell ihrer relativen Grösse, relativ zur Quantität der Flüssigkeit, sowie von der Consistenz der Flüssigkeit ab. Wir haben uns im Allgemeinen das Trophomigma als eine mehr oder weniger zähflüssige Masse und die Zahl der Bioiden als sehr gross vorzustellen; daher dürfte die Bewegung der Bioiden, namentlich eine relativ schnelle, das Trophomigma mit sich reissen. Wo sich in den Naturwissenschaften zwei Erscheinungen ungezwungen in ein Causalitätsverhältniss bringen lassen, ist dieses Causalitätsverhältniss anzunehmen.

Wenn Sachs weiter schreibt, „dass es sich bei allen hier beschriebenen Erscheinungen nur um die Richtung des Lichtstrahls handeln kann: man wird nicht annehmen können, dass eine dem Licht entgegen schwimmende Schwärmspore dies thut, weil ihr vorderes Ende stärker beleuchtet sei als ihr hinteres“; eine Anschauung, der sich Loeb, Davenport angeschlossen haben, so dürfte die prägnante Antwort Verworn's zu Recht bestehen: „dass nur die Differenz in der Intensität der Belichtung an verschiedenen Körperstellen eine bewegungsrichtende Wirkung hervorbringen kann, denn wo der Reiz von allen Seiten in gleicher Intensität auf die Körperoberfläche einwirkt, da fällt der Grund für eine bestimmte Achseneinstellung fort“. Die zur Richtung der Lichtstrahlen parallele Einstellung der Längsachse ist aber für viele Einzeller nachgewiesen. Obendrein hat Oltmanns experimentell gezeigt, dass die heliotropischen Erscheinungen nicht durch die Richtung der Lichtstrahlen, sondern nur durch die Intensitätsdifferenzen an verschiedenen Punkten des Organismus bedingt sind. Wäre dies nicht der Fall, so wäre ein Grund für das Strömen der Bioiden nicht einzusehen. Sie müssten dann einfach, je nach dem ein positiver oder ein negativer Heliotropismus vorhanden ist, an der der Lichtquelle nächsten oder entferntesten Stelle der Zelle angelangt, an dieser verharren.

Versuchen wir den Weg eines einzelnen positiv heliotropischen Bioids zu verfolgen. Es eilt auf die Lichtquelle zu und wird, ihr

möglichst nahe gekommen, mit einer möglichst grossen Masse Licht beladen. Wir wollen hier das Licht als etwas Körperliches auffassen, wie wir die Bioiden als die lebendige Substanz ansehen, obgleich wir das Licht wie das Leben nur als Bewegung ansprechen dürften. Wir begehen bewusst diesen Fehler, einmal aus äusseren Gründen, weil es unsere Beobachtungen sehr complicirt, wenn wir nur mit Bewegungen arbeiten wollen und dann aus inneren Gründen, weil wir uns Bewegungen nun mal ohne etwas Körperliches nicht vorstellen können. Das positiv heliotropische Bioid hat proportional zur Lichtquelle Licht aufgenommen und würde nun in Ruhe dem Licht möglichst nahe bleiben, wenn es nicht durch eine Bewegung dem Licht nahegekommen wäre. Durch seine wie der übrigen Bioiden Bewegung ist das Trophomigma in Bewegung gesetzt und strömt. Diese Strömung bewirkt, dass der im Lauf befindliche Bioid um etwas über den Punkt, der auf seiner Bahn den kürzesten Weg zwischen ihm und der Lichtquelle darstellt, hinausschiesst. Das hinter ihm der Lichtquelle zueilende Bioid stösst wiederum das zähflüssige Trophomigma vor sich her und treibt den Vordermann von der Lichtquelle weiter fort etc. Das Bioid verarbeitet das Licht wie alle Stoffe, die es aufnimmt, dauernd. Indem es sich nun von der Lichtquelle mehr und mehr entfernt, wird es ärmer und ärmer an Licht. Mit seiner Armuth wächst seine Gier nach Licht. An der der Lichtquelle am meisten abgewendeten Seite angelangt, ist seine Armuth und seine Gier am grössten. Es wird mit grösster Kraft von der Lichtquelle angezogen. Nur die Differenz zwischen der Quantität von Licht, welche die Bioiden derselben Zelle in der Lichtnähe und Lichtweite tragen, erklärt ihren Lauf und als Folge davon den Lauf der Zelle.

Drei Momente sind noch zu bedenken. Jedem Bioid, das über die Lichtnähe hinaus ist, steht ein Bioid gegenüber, das um ebenso viel von der Lichtnähe entfernt ist. Beide werden gleich stark angezogen, wirken also entgegengesetzt auf den Kreislauf des Trophomigmas und bringen ihn zum Stillstand. Das Trophomigma ist aber in Bewegung. Wirken auf eine in Bewegung befindliche Masse zwei Kräfte gleich stark ein, von denen die eine hemmt, die andere die Bewegung unterstützt, so dauert die Bewegung an.

Der zweite Punkt, der einer Erörterung harrt, ist folgender. Wenn die Bioiden von der Lichtquelle angezogen werden, so ist zu erwarten, dass sie auf dem kürzesten Wege d. h. dem ideellen Lichtstrahlweg der Lichtquelle zueilen. Der ideelle Lichtstrahlweg ist die gerade Linie zwischen Bioid und Lichtquelle. Weder kann diesen der Lichtstrahl noch das Bioid innehalten, weil wir wissen, dass 1. das Protoplasma ausser den beweglichen Bioiden noch solche in Form eines festen netz- oder wabenförmigen Gerüstes enthält und 2. das Trophomigma nichts

weniger als ein einheitliches Gemisch ist. Während der erste Grund die Bahn des beweglichen Bioids sehr wesentlich bestimmen wird, ist der zweite und erste Grund bestimmend für die Bahn des Lichtstrahls. Das bewegliche Bioid, bestrebt auf der geraden Linie der Lichtquelle zuzueilen, wird durch das feine Gerüst immer und immer wieder abgelenkt. So setzt sich seine Bahn aus einer grossen Zahl von Ablenkungen zusammen. Wie die im Einzelnen ausfallen muss, liesse sich nur auf Grund genauer Kenntniss der Morphologie des Zellskeletts sagen.

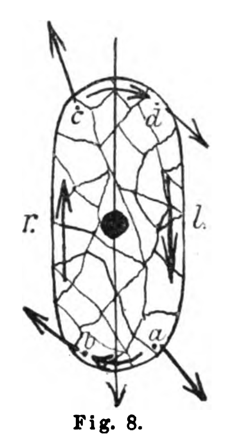


Fig. 8.

Drittens ist folgendes Bedenken geltend zu machen, zu dessen leichterer Darstellung beistehende Skizze dienen möge. Angenommen ein Bioid x ist auf seiner Bahn an Punkt a angelangt und kommt von da aus an Punkt b, so schlägt es mit mehr oder weniger Kraft gegen die rechte Seite der durch das Bioid positiv heliotropischen Zelle. Es ist dabei gleichgültig, ob die Zelle eine Aussenmembran oder nur ein Hyaloplasma besitzt. Gelangt das Bioid von c nach d, so ist dasselbe mit der linken Seite der Fall. Demnach wäre zu erwarten, dass die Zelle mit ihrer Bahn zum Licht sich dauernd um ihre jeweilige rechte Seite wirft. Da der Weg des Bioids von a nach b ebenso wie von c nach d sehr gekrümmt ist, büsst das Bioid an seiner treibenden Wirkung ein. Die Kraft also, mit der es an b und d gegen die Seiten der Zelle treibt, ist relativ gering. Hingegen wird auf der geraden Bahn von d nach a das Bioid mit seiner grössten Schnelligkeit eilen, weil es, in der Richtung des Stromes schwimmend, selbst noch angezogen wird. Die Kraft, mit der x bei a ankommt, dürfte grösser anzunehmen sein als die, mit der x bei b + der, mit der es bei d ankommt, so dass jetzt statt eines Ueberschlagens der ganzen Zelle über ihre rechte Seite, abgesehen von dem Vorwärtstrieb eine Ablenkung oder ein Ueberschlagen über die linke zu erwarten wäre. Wir müssen aber noch die Kraft bedenken, mit der das Bioid von b aus in c ankommt. Diese setzt sich zusammen aus der Kraft des Stromes minus der Kraft, mit der das Bioid nach der Lichtquelle hin gezogen wird; denn diese Kraft ist auf der rechten Seite der Zelle der Richtung des Stromes entgegengesetzt, aber, wie sicher erwartet werden darf, geringer als die Stromkraft hier. Die Kraft, mit der x von b in c ankommt, ist also erheblich kleiner als die, mit der x von d in a ankommt. Sie wirkt bei c rückwärts treibend und gleichzeitig dem Ueberschlagen der ganzen Zelle nach links entgegen. Denn wäre sie allein vorhanden, so würde die Zelle rückwärts gehen und dabei in der Richtung des Pfeiles bei c ausbiegen.

Die complicirten Verhältnisse erklären, weshalb eine der Skizze gleich oder ähnlich geformte Zelle, wenn ihre Bioiden positiv heliotropisch

sind, eine Achsenstellung zur Lichtquelle einnimmt und gerade auf sie zueilt. Ist die Zelle anders gebaut, hat sie obendrein noch äussere Bewegungsorgane wie Flimmern, Geisseln, so compliciren sich die Verhältnisse noch ungemein. Wir müssen dann bedenken und abwägen, in wie weit sich die Bewegung der ganzen Zelle als nothwendige Folge der Bewegung der äusseren Protoplasmamassen i. e. der Flimmern, Geisseln ergiebt und wie weit an der Bewegung der ganzen Zelle eventuell noch die Bewegung ihrer Bioiden im Innern des Zellkörpers ursächlich betheiligt sind. Wie verwickelt liegen die Verhältnisse, versucht man nur zu erklären, weshalb ein einzelliges Wesen sich auf eine Lichtquelle zu bewegt und weshalb es sich in gerader Richtung bewegt! Dabei sind für unsere Skizzenzelle noch lange nicht alle Verhältnisse berücksichtigt worden, die locomotorisch auf die Zelle wirken können. Die Protoplasmaströmungen sind ja nie so einheitlich, wie hier angenommen wurde. Die Strömungen erzeugen Gegenströmungen und alle die Richtungen der kleinen Strömungen bestimmen zu wollen, die jede Wendung jedes Bioids an jeder Faser des Zellskeletts verursacht, geht über unser Vermögen hinaus. Und damit noch nicht genug, müssen wir noch die Strömungen bedenken, die durch die Aufnahme von Nährmaterial entstehen. Denn dass das fremde Material auf den Lauf der Bioiden wirkt, indem es sie anzieht oder abstösst, wissen wir. Fassen wir doch schliesslich auch das Licht nur als einen Theil des Trophomigmas auf!

Wollen wir den Dingen auf den Grund gehen, so genügen all die erwähnten nothwendigen Ueberlegungen noch nicht. Wir müssen dann zuletzt daran denken, dass das was wir Licht nennen transversale Schwingungen einer hypothetischen Substanz, des Aethers, und was wir Leben nennen Schwingungen unbekannter Art zwischen zwei sehr wenig bekannten Substanzen sind. So lange wir uns nicht Bewegung ohne Materie denken können, so lange können wir weder wissen, was Licht noch was Leben ist. So lange wir aber das nicht wissen, sind für uns die Ursachen, aus denen das Leben das Licht aufsucht oder flieht, nicht erkennbar. Wenn Claude Bernard vom Leben schreibt: „l'élément ultime du phénomène est physique, l'arrangement est vital“, so kann man der ersten Hälfte des Satzes unbedingt zustimmen, der zweiten nur, wenn er unter „vital“ nichts weiter als eine grosse Complicirtheit aber keinerlei Besonderheit versteht. Sonst kommt es auf dasselbe hinaus, ob wir das „arrangement“ „vital“ nennen oder ob wir von Vitalismus, nicht im Sinne der Alten, sondern nur in dem irgend einer den Lebewesen eigenthümlichen Kraft sprechen. Das hat auch Claude Bernard selbst empfunden, denn er schreibt: „La doctrine que je professe pourrait être appelée le vitalisme physique.“

An einen Vitalismus ist schwer zu glauben. Der Vitalismus der Alten war Kind der Unkenntniss und des Glaubens (im Sinne aprioristischer Annahme eines Unterschieds zwischen lebenden und leblosen

Wesen), Neovitalismus und „Ignorabimus“ sind nahe Verwandte, Kinder der Sehnsucht nach mehr Licht und des Zweifels, ob es zu erhalten ist. Die Lehre vom Vitalismus, dessen Glauben der Satz war, dass die Stoffe, die der lebende Organismus hervorbringt, nur durch ihn hervorgebracht werden können und ihm deshalb eine besondere Kraft innewohnen müsse, brach an dem Tage zusammen, an dem Wöhler den Harnstoff künstlich herstellte. Die Sehnsucht der Neovitalisten nach mehr Licht theilt jeder Naturforscher, für den Zweifel aber substituiren wir Retorte und Mikroskop. Ob die Grenze, bis zu der diese uns führen können, sehr weit entfernt ist von dem Orte, an dem die letzten Ursachen des Lebens zu suchen sind und ob diese Entfernung sich durch reine Gedankenarbeit zurücklegen lässt, ist eine Frage, zu deren Beantwortung wir noch nicht berechtigt sein dürften. Jeder Tag lehrt uns neue Erscheinungen in der Natur. Die Biologie ist im ersten Stadium ihrer Entwickelung. Ob ihr letztes Stadium zeitlich nicht vielleicht zusammenfällt mit der Existenz des letzten lebenden Wesens auf dieser Erde, können wir nicht wissen. Diese Unkenntniss giebt uns aber kaum das Recht zu zweifeln, ob jenes letzte Stadium nicht vielleicht früher erreicht wird Schliesslich wird bei allen diesen Speculationen vielfach eines vergessen, dass nämlich der speculirende Theil in ganz gleicher Weise dauernden Wandlungen unterworfen ist wie die Theile, auf die sich die Speculationen beziehen. Allein in dieser dauernden Wandlung, der dauernden Bewegung, können die letzten Räthsel gesucht werden. So verlockend es auch ist, diese Gedanken breiter auszuführen, muss ich darauf verzichten. Fürchte ich doch, schon allzu weit abgeschweift zu sein! Man wolle deshalb auch verzeihen, dass ich eine so bedeutende Frage hier berührt habe, ohne auf die zahlreichen, tiefsinnigen Betrachtungen einzugehen, die von den besten Köpfen aller Zeiten über diese Dinge angestellt sind. Wie aber mehrfach betont wurde, soll hier nicht referirt, nicht gelehrt, sondern nur eine bestimmte Anschauung begründet werden.

Dasselbe, was oben für den Heliotropismus breit ausgeführt wurde, trifft mutatis mutandis für die Bewegungserscheinungen und Formveränderungen der Zelle auf chemische, elektrische, thermische etc. Reize zu. Die zuerst von Cienkowski mitgetheilte Eigenthümlichkeit der Vampyrella Spirogyrae, einer Amöbe, alle anderen Algenarten zu verschmähen und nur die Spirogyren in sich aufzunehmen, lässt sich ungezwungen erklären, nimmt man innige Anziehung zwischen den Bioiden dieser Amöbe und Theilen der Spirogyra an. Es hat aber wahrlich nichts Wunderbares, wenn diese Anziehung, diese chemische oder physikalische Affinität zwischen dieser Amöbe und der Spirogyra inniger ist als etwa zwischen ihr und allen anderen Algen. Wenn ich in einen Topf alle möglichen Metallspähne thue und dann mit einem schwachen Magneten umrühre, so bleiben an ihm die Eisenspähne

hängen. Das nehmen wir ohne Wunder hin. Wenn aber eine Amöbe nur bei einer bestimmten Alge verweilt, soll das Wunder, die Eigenthümlichkeit der lebenden Substanz bewiesen sein.

Ist es etwas Besonderes, dass die lebendige Substanz und weiter die Zelle auf bestimmte Reize durch eine bestimmte Bewegung antwortet? Bevor man an die Beantwortung dieser Frage gehen kann, muss man sich vor Allem darüber klar sein, was ein Reiz ist.

Wenn ich durch einen Muskel elektrischen Strom schicke, so contrahirt sich der Muskel. Ursache dieser Contraction ist ein Reiz, hervorgerufen durch den elektrischen Strom. Wenn ich durch ein Stück Eisen den elektrischen Strom schicke, so zieht es Eisenspähne, die in seiner Nähe sind, an. Ursache dieser Anziehung ist eine Kraft, hervorgerufen durch den elektrischen Strom. Was also an einem Muskel, einer lebendigen Substanz, Reiz genannt wird, heisst an einem Stück Eisen, einer leblosen Substanz, Kraft.

Lasse ich ein Gewicht von 10 gr einem Hunde plötzlich auf den Schwanz fallen, so zieht er den Schwanz ein. Grund ist der durch das Gewicht verursachte mechanische Reiz. Lasse ich ein Gewicht von 10 gr auf eine Fliege fallen, so stirbt sie. Todesursache ist die Schwerkraft des 10 gr-Gewichts. Was also beim Hundeschwanz ein Reiz war, ist bei der Fliege eine Kraft. Also sind Reiz und Kraft nur unterschieden durch die lebendige Substanz, auf die sie wirken.

Lasse ich ein Gewicht von 1 Dezigramm auf eine Fliege fallen, so fliegt sie fort. Grund ist der durch das Gewicht verursachte mechanische Reiz. Fällt ein Gewicht von 10 gr auf die Fliege, so wird sie zerdrückt, stirbt sie. Ursache ist die Schwerkraft des 10 gr-Gewichts. Der Unterschied zwischen Reiz und Kraft liegt also nur in der Quantität des Gewichts.

Nun könnte man sagen, die Ursache des Reizes, in Folge dessen der Hund den Schwanz fortzieht, die Fliege fortfliegt, ist in einer Kraft zu suchen. Denn die Schwerkraft ist jedem Gewicht eigen. Dann liegt die Sache so: Wirkt die Kraft der Art, dass der Organismus erhalten bleibt, so heisst sie Reiz, geht der Organismus aber durch sie zu Grunde, so heisst sie Kraft. Es kommt hier wieder derselbe Gedanke zum Ausdruck wie oben beim elektrisirten Muskel und Eisen.

Der Reiz könnte eine Folge der Kraft sein. Man kann ihn sich dann nur direct proportional von der Kraft abhängig vorstellen. Reiz wie Kraft sind nur an ihren Effecten zu erkennen. Eine Kraft bringt also einen ganz bestimmten Reiz hervor und ein Reiz einen bestimmten Effect. Weshalb muss da der Begriff des Reizes eingeschoben werden? Weil die Wirkungen der Kräfte auf die lebendige Substanz eigenthümliche sind? Die Wirkung derselben Kraft auf verschiedene Substanzen ist ganz verschieden. Das liegt nicht an der Kraft, sondern an den Substanzen in so fern, als diese stets unter der Wirkung einer ganzen

Anzahl von Kräften stehen. Stelle ich 100 Kilo auf ein Stück Wachs, so wird es sehr bald ganz dünn, stelle ich 100 Kilo auf ein Stück Stahl, so bleibt es unverändert. So ist der Effect bei gleicher Kraft ein ganz verschiedener. Der Effect der Kräfte auf die lebendige Substanz ist ein höchst eigenthümlicher und weil man meinte, die Eigenthümlichkeit könne nur in der Substanz liegen, nicht in einer Concurrenz von Kräften, hat man der lebendigen Substanz die Eigenschaft der Irritabilität zugesprochen. In Folge davon hat man Kräfte, deren Wirkung auf die Zelle an dieser wahrnehmbar wurde, Reize genannt. Eine Definition dieses Begriffes zu geben, ist aber gar nicht möglich. Reiz ist = Kraft.

Man könnte sich vielleicht unter Reiz etwas anderes vorstellen, wenn man sich nicht nothwendigerweise unter Irritabilität der lebendigen Substanz eine Eigenschaft vorstellen müsste, die genau in der gleichen Art dem Walten der Kräfte unterworfen ist wie jede Eigenschaft jedes unbelebten Dinges. Wäre das nicht der Fall, so könnten wir doch nicht die Kenntnisse und Gesetze, die wir beim Studium der unbelebten Substanz durch Erfahrung gewonnen haben, auf die belebte Substanz anwenden. Wir dürfen auch nicht vergessen, dass das, was wir Eigenschaften der Körper nennen, in letzter Instanz, seinen Grund wieder in Kräften haben muss. Wenn man nun die Eigenschaften der lebenden Substanz als andere ansieht, wie die der unbelebten, so kommt man nothwendigerweise auch zur Annahme anderer Kräfte in der lebenden als in der toten Materie. Dann müssen alle Anschauungen über die lebende Substanz, soweit sie auf Grund von exactem Studium gewonnen wurden, falsch sein. Denn diese Studien wurden in der Annahme angestellt, die Kräfte, die auf unbelebte Dinge wirken, wirken auch auf belebte. Wirkung der Kraft auf ein Ding heisst das Verhältniss der Kräfte, die auf ein Ding ausnahmsweise wirken, zu denen die auf das Ding stets wirken, deren Ausdruck seine Eigenschaften sind. Steht die belebte Substanz dauernd unter Wirkung ganz anderer Kräfte, als die unbelebte, so muss die Wirkung ausnahmsweise wirkender Kräfte auf belebte und unbelebte Materie ganz verschieden sein. Das ist nicht der Fall.

Wenn sich ein Organismus irgendwie, aber in ganz bestimmter Art zur Erdmitte einstellt und dabei sich der Erdmitte nähert, so ist das positiver Geotropismus des betreffenden Organismus, flieht er dabei von der Erdmitte, so ist das negativer Geotropismus. Wir kennen derartige Einzeller Dank den Untersuchungen von Schwarz, Massart, Jensen u. A. Wenn ich einen Rohrstock, dessen eines Ende eine Bleikugel trägt, von einer Höhe, die das mehrfache der Länge des Rohrstockes beträgt, fallen lasse, so stellt sich der Stock zur Erdmitte in ganz bestimmter Art ein und nähert sich ihr. Wenn ich eine leichte, hinreichend grosse, für Gas undurchlässige Form mit Wasserstoffgas fülle und an einem Punkt der Form ein Stück Blei befestige, so entfernt sich dieser

Luftballon, falls er nicht durch Winde beeinflusst wird, in ganz bestimmter Einstellung zur Erdmitte von der Erdmitte. Ob ich den Rohrstock oder den Luftballon innerhalb der Luft oder des Wassers, in dem viele jener Einzeller leben, seine Bewegungen machen lasse, wirkt nicht auf ihre Qualität nur auf ihre Intensität; sie wird beim Rohrstock geringer, beim Luftballon grösser. Wir sehen also eventuell an unseren geotropischen Organismen, an dem Rohrstock, an dem Luftballon in gewisser Beziehung ganz gleiche Erscheinungen. Die Kräfte, die von aussen auf sie wirken, sind die gleichen. Folglich müssen auch die Kräfte im Inneren der betreffenden Organismen, des Rohrstocks, des Luftballons, die bei diesen Erscheinungen in Betracht kommen die gleichen sein. Bei der unbelebten Materie wissen wir ganz genau, welche Kräfte als Ursache der Erscheinung in Betracht kommen und wie sie einerseits auf die Erdmitte und das Medium und andrerseits auf den Rohrstock resp. den Luftballon vertheilt sind. Da die Kräfte der Erdmitte und des Mediums aber immer dieselben sind, kennen wir jetzt auch die Kräfte in belebter Substanz; sie können keine anderen sein als die in unbelebter.

Der gleiche Gedankengang liesse sich durchführen für den Thermotropismus und die Lichtmühle, jenen kleinen Apparat mit dem falschen Namen, der nicht durch das Sonnenlicht, sondern durch die Sonnenwärme in bestimmte Bewegung gesetzt wird, für den Galvanotropismus und den Elektromagneten, um den sich die Eisenspähne in ganz bestimmten Formen, den Kraftlinien, ordnen u. s. w.

Es hat nichts Wunderbares, wenn auf einen Reiz die lebende Materie in bestimmter, ihr eigner Art reagirt. Reiz ist = Kraft. Jede Materie reagirt auf jede Kraft in ganz bestimmter, ihr eigner Art. Es hat nichts Wunderbares, wenn die Reaction der lebendigen Substanz auf einen Reiz eine Bewegung und zwar eine ganz bestimmte Bewegung ist. Reiz ist = Kraft. Wir erkennen das Walten einer Kraft aber an Bewegungen und zwar ganz bestimmten Bewegungen. Wie kommt es, dass wir bei der lebendigen Substanz von Reiz sprechen, von Irritabilität, von Tropismen, kurz von Dingen, die wir mit der unbelebten Substanz nicht in Verbindung bringen?

Der Begriff des Reizes ist durch Albrecht von Haller zu einer Zeit entstanden, als man auf Grund mangelhafter Kenntnisse die belebte Substanz in Folge ihres „Vitalismus" für etwas ganz anderes hielt als die unbelebte, also aprioristisch. „Irritabilität" kann nichts anderes bedeuten, als dass in bestimmten Substanzen dauernd zu gleicher Zeit viele verschiedene Kräfte walten und es deshalb schwer ist für von aussen wirkende Kräfte zu erklären, weshalb die Substanz in eigenartiger Weise auf sie reagirt. Ebenso steht es mit dem Geotropismus, Heliotropismus, Galvanotropismus etc. Es sind dies nur kurze, beschreibende Ausdrücke für bestimmte Erscheinungen. Wir wenden sie auf Objecte

im Gegensatz zu anderen Objecten an, wenn wir diese Erscheinungen nicht erklären können. Dies liegt aber nicht daran, dass wir die Kräfte, die sie verursachen, nicht kennen, sondern nur daran, dass es uns nicht möglich ist, diese Kräfte in den betreffenden Objecten klar zu erkennen. Diese Unfähigkeit unsererseits ist eine Folge unserer mangelhaften Fähigkeit, bei einer gleichzeitigen Wirksamkeit vieler Kräfte den Antheil der einzelnen bei jeder Erscheinung von den anderen zu sondern.

Wie tief eingewurzelt im Menschen die Annahme eines fundamentalen Unterschieds zwischen belebter und lebloser Substanz ist, lässt sich sehr gut von den mythologischen Vorstellungen der Völker an bis in den heutigen Sprachgebrauch hinein verfolgen. Mit dieser Annahme werden wir geboren und erzogen. Die lebende Substanz selbst ist ihr sinnfälligster Vertheidiger. Wer den Schein für das Wesen der Dinge nimmt, muss allerdings die lebendige Substanz für etwas Besonderes halten. Geht man aber den Gründen des Scheins nach, so kommt man bald auf Gebiete, in denen die Erscheinungen, die wir an leblosen wie an lebenden Dingen beobachten, gemeinsam wurzeln.

John Brown dürfte mit seiner Auffassung vom Leben als einer ununterbrochenen Folge von Reizen Recht haben. Wenn er aber meinte, es sei die Eigenthümlichkeit der lebendigen Substanz auf alle diese Reize zu reagiren, so hat er der lebendigen Substanz eine Eigenschaft zugesprochen, die alle Stoffe haben müssen. Ist Reiz = Kraft, so kann es kein Ding geben, das sich der Wirkung von Reiz entziehen kann. Ob wir diese Wirkung wahrnehmen oder nicht wahrnehmen, ist etwas ganz Nebensächliches und liegt nur an unserer Unfähigkeit. Und weiter irrte der geniale, seiner Zeit weit vorangeeilte Schotte, wenn er sich zu dem Satz verstieg, die lebendige Substanz antworte auf alle Reize gleich. Die Art ihrer Reaction ist ebenso wie die der unbelebten Substanz von der Art ihres speciellen Baues abhängig. J. Reinke bemerkt treffend: „Reiz ist eine besondere Art der Auslösung und Auslösungsvorgänge können an einem labilen mechanischen System auftreten, mag dasselbe der belebten oder unbelebten Natur angehören.“ Labil ist alles, weil jedes Ding auf jede Kraft reagiren muss. Allerdings kann die Reaction so gering sein, dass sie unserer Wahrnehmung entgeht, oder so stark, dass das Ding in seinem ihm eigenthümlichen Bestande vernichtet wird. Ist die Reaction so gering, dass sie uns entgeht, so sind die Kräfte mit denen das Ding begabt ist stärker als die auf ihn wirkenden, ist die Reaction so stark, dass das Ding zu Grunde geht, so sind die auf dasselbe einwirkenden Kräfte stärker als die für seine Erhaltung sorgenden. Die besondere Art der Auslösung liegt an der besonderen Art des Stoffes. Jeder Stoff hat seine besondere Art.

In milder und klarer Form warnt O. Hertwig davor, aus Analogien, die manche Erscheinungen der unbelebten Natur mit Lebensvorgängen haben, diese direct mechanisch erklären zu wollen, weil

die lebende Substanz uns in ihrem Aufbau noch viel zu unklar ist. Deshalb können wir zur Zeit die Gründe noch nicht eruiren, aus denen verschiedene Organismen in ganz verschiedener Weise auf denselben Reiz reagiren, weshalb verschiedene Reize manchmal die gleichen Wirkungen haben. An einer anderen Stelle seines classischen Buches „Die Zelle und die Gewebe", an welcher der Autor die Aufmerksamkeit speciell auf die Disproportionalität zwischen Reizursache und Reizwirkung lenkt, zeigt er, wie einerseits ein solches Missverhältniss auch in der leblosen Natur überall vorkommt, wo eine Kraft auf ein complicirtes System stösst und wie andererseits die verschiedensten Kräfte an demselben System eine gleiche Wirkung haben. So oft Wasser auf das Mühlrad fällt, fliesst Mehl und ob mechanische, thermische oder chemische Kräfte auf ein Uhrwerk wirken, stets ist die Wirkung nur veränderte Schnelligkeit bis Stillstand der Zeiger.

Es sollte dargelegt werden, wie durch Kräfte, die ausnahmsweise auf die Zelle wirken, Bewegungen ausgelöst werden, die sich in einem Ortswechsel der Zelle documentiren, theils unter dauernden Formveränderungen an der Zelle oder Lageänderung ihrer äusseren Theile, theils unter Beibehaltung der äusseren Form und Lageänderung ihrer inneren Theile. Eine „active", selbstständige Bewegung der Zelle dürfte es nicht geben.

Man hat im Gegensatz zu den sogenannten activen Bewegungen der Zelle, einem ihrer wesentlichsten „Lebensphänomene", passive Bewegungen derselben beschrieben. Während jene ihren Grund in den der lebendigen Substanz eigenthümlichen Kräften haben sollen, werden als Grund für diese Kräfte angesprochen, die ausserhalb der Zelle liegen. Schwärmsporen werden, wie Sachs gezeigt hat, im Wasser mit verschieden warmen Strömungen in eigenartigen Figuren angeordnet, die Brown'sche Molekularbewegung, d. h. die zitternde Bewegung sehr feiner Körper in Flüssigkeiten, ist Folge der molekularen Bewegung in der Flüssigkeit; die Zelle kann lediglich durch Flüssigkeitsaufnahme quellen etc. Es dürfte in diesen Bewegungen der Zelle nichts mehr passives liegen als in ihren Bewegungen überhaupt. Ob eine warme Wasserströmung die Zelle fortbewegt, ob die Bioiden durch Ansturm gegen das Hyaloplasma die Zelle vom Orte bringen — die Zelle ist dabei immer passiv und die lebendige Substanz nicht mehr activ als das Eisenstück, das auf den Magneten zueilt.

Auch der Stoffwechsel ist der Ausdruck von Kräften, die auf die Zelle wirken. In der Zelle finden sich Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Chlor, Jod, Fluor, Kiesel, Kalium, Natrium, Calcium, Eisen, Magnesium, Mangan, Lithium, Blei, Kupfer, kurz keinerlei Stoff, der sich nicht auch in unbelebten Substanzen fände, keinerlei Stoff, den wir als lebend bezeichnen. Somit kann es nur an

der Art der Combination dieser Stoffe liegen, wenn wir sie unter gewissen Umständen „lebend“ nennen. Da das, was wir „Leben“ nennen, wie auseinandergesetzt wurde, nur eine Bewegung ist, so müssen die oben genannten Substanzen in der Zelle in losen Verbindungen vorhanden sein. Nur diese Lockerheit der Verbindung erklärt, dass die Substanzen dauernd in Bewegung sein, dauernd umlagert werden können. Diese Umlagerung ist der Stoffwechsel.

Ist eine dauernde Umlagerung der Substanzen möglich, ohne dass neue Substanzen der Zelle zugeführt werden? Nein! Angenommen, die Substanzen lagerten sich dauernd um, ohne dass ihnen neue Stoffe zugeführt würden, so müsste jede einmal in eine Verbindung kommen, die mit Rücksicht auf die vorhandenen Substanzen für sie die relativ festeste darstellt. Aus dieser Verbindung wäre sie durch die vorhandenen Substanzen nicht mehr zu lösen. Damit hörte die Bewegung, das Leben auf. Das Leben ist also nur denkbar, wenn der Zelle dauernd neue Substanzen zugeführt werden. Können alle diese Substanzen in der Zelle bleiben? Nein! Angenommen, die Zelle besteht aus den Stoffen A, B, C, in die Zelle ströme ein Stoff X, so geht X mit A eine Verbindung ein, diese zerfällt, Zerfallsproducte gehen mit B und C eine Verbindung ein und zerfallen wieder, diese Zerfallsproducte verbinden sich mit A u. s. f. Schliesslich müssten in der Zelle Stoffe vorhanden sein, die mit A, B, C schon in allen möglichen Combinationen verbunden waren. Da die Combinationen erschöpft sind und keine dauernd war — anderenfalls hätte das Leben aufgehört — kann es zu neuer Combination nicht mehr kommen. Nun treten aber neue Stoffe in die Zelle und regen das erlöschende Leben derselben wieder an. Diese neuen Stoffe können wieder nur X oder dem X sehr ähnliche sein, denn sie haben für die Zelle die ganz gleiche Aufgabe wie die ersten X-Stoffe, sie müssen gleiche Verbindungen eingehen. Man könnte sagen, sie treffen aber nicht mehr auf A, B, C, da diese Umsetzungen erlitten haben. Dies ist ein Gedankenfehler, da es in der lebenden Zelle nie einen Ruhestand giebt, A, B, C also auch schon Umsatzproducte waren. Wir müssen deshalb, soll die Zelle in ihrer Art weiter leben können, erwarten, dass X eine rückbildende Kraft in so fern darstellt, als aus ihm sich A, B, C immer wieder herstellen können. Ist dies nicht der Fall und bleibt die Zelle dennoch am Leben, so wird statt A, B, C etwas anderes, etwa A_1, B_1, C_1 entstehen. Damit hat dann die Zelle ihre Art verändert. Dies wäre nur denkbar bei dem Zufluss von Stoffen, die in irgend einer Weise X ähnlich sind. Angenommen, X ströme immer weiter zu und die Zelle gäbe Stoffe nicht ab, so müsste sie immer weiter wachsen. Dies geht, wie früher auseinandergesetzt wurde, aus mechanischen Gründen nicht an. Sie muss also Stoffe abgeben. Dafür kommen zwei Methoden in Betracht, die Theilung und die Excretion. Die Theilung ist etwas, was wiederum absolut nichts selbständiges der Zelle ist. Sie muss dazu,

sei es selbst, sei es im Zeugungskreis, erst fremde Stoffe aufgenommen haben. Die Excretion ist aber auch nichts selbständiges, sondern von mechanischen und chemischen Factoren abhängig. Weshalb sie eintreten muss, besagt der Abschnitt: „Wie die Zelle Stoffe aufnimmt, verarbeitet und abgiebt.“

Wir haben gesehen, dass es ein Leben ohne Stoffwechsel nicht geben kann. Stoffwechsel ist nicht möglich, ohne dass den Bioiden dauernd Stoffe aus dem Trophomigma zugeführt werden. Diese müssen von Stoffen abstammen, welche in die Zelle von aussen her eingedrungen sind. Diese Stoffe, die Nahrungsstoffe, stellen potentielle Energie vor. Der Stoffwechsel kann also auch nur ein Ausdruck von Kräften sein, die auf die Zelle wirken. Dass sie in einer bestimmten Art auf sie wirken, die wir Stoffwechsel nennen, liegt daran, dass jede Kraft auf jeden Körper in bestimmter Art wirkt. Diese Art hängt wiederum nicht von dem Körper ab, sondern von den anderen Kräften, die gleichzeitig auf ihn wirken, deren Ausdruck nur der Körper ist. Um auf den Vergleich mit dem Stück Wachs und dem Stück Stahl zurückzukommen, so ändert das Stück Wachs, mit 100 Kilo belastet, seine Form nur, wenn es dem Druck ausweichen kann. Ob es dies kann, liegt nicht an ihm, sondern an der Art, wie es gelagert ist, also an mechanischen Kräften, die ausser ihm liegen. Das Stück Stahl hingegen weicht dem 100 Kilo Druck vollkommen aus, wenn ihm vorher eine gewisse Quantität Wärme zugeführt ist und es an diesem Ausweichen mechanisch nicht behindert ist, d. h. also wenn ihm vorher eine andere Kraft zugeführt wurde. Beim Wachs, beim Stahl können wir die Kräfte übersehen, die ihnen, wie man sagt, innewohnen und aus dieser Kenntniss heraus erklären, weshalb eine neu auf sie wirkendeKraft diese oder jene Aenderung in ihrem Zustand hervorrufen muss. Bei der Zelle können wir das nicht. Dieses unser Unvermögen giebt uns aber kaum das Recht, die Wirkung von Kräften, die wir an der Zelle sehen, als etwas anzusprechen, was gegensätzlich zu den Erscheinungen wäre, die wir an unbelebten Dingen sehen.

Den Dingen wohnen nie Kräfte inne, wenn ihnen solche nicht zugeführt werden. Der Stoff als solcher kann keine ihm eigene Kraft haben. Sonst könnte sie ihm nicht genommen werden. Man kann aber jedem Stoff einzeln jede seiner Kräfte nehmen, indem man ihn mit einer anderen Kraft versieht. Die Form, in der die Kräfte am Stoffe in Erscheinung treten, nennt man die Eigenschaften des Stoffes. Consequenz der Eigenschaften sind die Fähigkeiten. Stoff ohne alle Eigenschaften ist undenkbar. Folglich steht jeder Stoff unter der Wirkung von Kräften. Ich kann aber dem Eisen seine Festigkeit durch Zufuhr von Wärme nehmen, dem Blei seine Schwerkraft (eigentlich der Erde die Anziehungskraft), indem ich es der Auftriebskraft von Gasen aussetze, dem

Organismus die Fähigkeit zu leben, wenn ich ihm Cyanwasserstoff einverleibe. Ich vertreibe scheinbar eine Kraft durch die andere. Wie den Stoffen die Kräfte, die wir als ihnen inne wohnend ansehen, zugeführt werden, ist hier genauer nicht zu verfolgen. Wir würden zu weit abschweifen. Die Frage vom Verhältniss der Kraft zum Stoff und ihrer Identität ist öfters gestreift worden.

Als eine weitere für die lebendige Substanz characteristische Eigenschaft hat man die Production von Wärme betrachtet. Keine Zelle kann auf die Dauer ohne Sauerstoff leben. Die Länge des Lebens ohne Zufuhr von Sauerstoff hängt davon ab, wie viel Sauerstoff aus dem Trophomigma den Bioiden zur Verfügung steht. Ist dieser aufgebraucht und wird der Zelle kein neuer Sauerstoff zugeführt, so hört die Bewegung in den Bioiden, das „Leben“ auf. Alle uns bekannten Organismen produciren, soweit wir dies verfolgen können, Kohlensäure, Wasser und Wärme. Die Grenze, bis zu der wir dies verfolgen können, bestimmt die Kleinheit der zu untersuchenden Organismen und die Unzulänglichkeit unserer Instrumente. Wir dürften berechtigt sein, auch bei jeder Zelle die Production von Kohlensäure, Wasser und Wärme anzunehmen. Wo Sauerstoff verbraucht, Kohlensäure, Wasser und Wärme producirt wird, findet unzweifelhaft eine Verbrennung statt. Der Verbrennungsprocess kann für die lebendige Substanz nicht als characteristisch angesehen werden, da er bei nicht lebendigen Stoffen auch zu beobachten ist. Bei jeder Verbrennung entsteht Wärme. Ein Verbrennungsprocess ohne Zufuhr von Sauerstoff ist unmöglich. Also ist die Production von Wärme der lebendigen Substanz und damit der Zelle abhängig von der Zufuhr von Sauerstoff. Wir haben vorher constatirt, dass der Zelle zur Forterhaltung des Lebens einerseits Stoffe zugeführt, andererseits Stoffe fortgeführt werden müssen, wir constatirten ferner, dass sich unter den zugeführten Stoffen Sauerstoff, unter den fortgeführten Kohlensäure und Wasser befindet und dass, was wir schon aus den letzten Thatsachen schliessen müssen, eine Verbrennung in der Zelle vor sich geht. Wir folgern: Es verbrennen in der Zelle Theile der oder die ganzen zugeführten Stoffe. Daher ist die Erscheinung von Wärme, die wir an der Zelle wahrnehmen, der Ausdruck von Kräften, die auf die Zelle wirken.

Es ist ferner in seltenen Fällen an der lebenden Substanz die Production von Licht zu beobachten. Diese Fähigkeit der Zelle muss, sofern sie überhaupt eine biologische Erwägung beanspruchen darf, nothwendigerweise an das Leben der Zelle gebunden sein. Wenn Dubois berichtet, dass leuchtende Substanz gewisser Muscheln, von ihnen ausgeschieden, noch einige Zeit fortleuchtet, so haben wir es mit einem leuchtenden Excret zu thun. Die Frage, unter welchen Bedingungen Zellen leuchtende Excrete produciren können, ist hier ohne Interesse.

In der Zelle finden dauernd Verbrennungen statt. Jede Verbrennung kann ohne Flamme oder mit Flamme, d. h. ohne Leuchten oder mit Leuchten vor sich gehen. Dies hängt lediglich von der Art der verbrennenden Stoffe und der Verbrennungstemperatur ab. Zu einer Flammenentwickelung kann es nur kommen, wenn die verbrennenden Stoffe gasförmig sind. Sie können an und für sich gasförmig sein oder durch die Verbrennungstemperatur gasförmig werden. Wasserstoffgas verbrennt unter Lichtentwickelung. Eine Stearinkerze verbrennt unter Lichtentwickelung, weil die in ihr enthaltene Stearinsäure vergast wird. Wir müssen annehmen, dass in gewissen Zellen bei den Oxydationsprocessen Gase entstehen und diese Gase bei relativ geringer Verbrennungstemperatur verbrennen.

Das Leuchten muss von der Verbrennungstemperatur abhängig sein. Diese ist abhängig von der Art der verbrennenden Stoffe. Ueber diese wissen wir sehr wenig; doch ist es nach den Experimenten von Radziszewski höchst wahrscheinlich, dass es Fettstoffe sind, die bei Anwesenheit von Alkalien oxydiren.

Das Leuchten ist ferner abhängig von der Quantität des vorhandenen Sauerstoffs. Es ist experimentell nachgewiesen, dass das Leuchten der Zellen aufhört, sobald ihnen die Sauerstoffzufuhr abgeschnitten wird.

Indem wir das Leuchten der Zelle nur als eine besondere Form der in ihren Bioiden vorgehenden Verbrennung betrachten können, ist auch das Leuchten nur ein Ausdruck von Kräften, die auf die Zelle wirken.

Nehmen wir ferner an, die Erzeugung von Elektricität, die bisher nur als Fähigkeit von Zellcomplexen nachgewiesen werden konnte, beruhe auf einer Fähigkeit der einzelnen Zellen. Elektricität kann an keinem Stoffe in Erscheinung treten, wenn nicht irgend eine Kraft auf ihn eingewirkt hat. Ob diese Kraft dem Stoff Elektricität zuführt oder auf die in dem Stoff vorhandenen beiderlei Arten Elektricität sondernd wirkt, ist hier ohne Belang. Harz, Glas sind nur elektrisch, wenn sie gerieben sind. Kupfer ist nicht elektrisch und Zink ist nicht elektrisch. Verbinde ich aber Kupfer und Zink, so sind beide elektrisch. Es hat also das Kupfer auf das Zink und das Zink auf das Kupfer eine Kraft ausgeübt. So lange nicht der Nachweis geführt ist, dass die lebende Zelle mit ganz anderen Kräften begabt ist als alle anderen Körper, sind wir verpflichtet anzunehmen, dass auch die lebende Zelle nur elektrisch wird, wenn ihr die Elektricität als solche zugeführt ist oder irgend eine Kraft auf die in ihr vorhandenen Elektricitäten sondernd eingewirkt hat. Sollte jener Nachweis aber gelingen, so bedeutete das die Unrichtigkeit aller unserer bisherigen Versuche und Anschauungen; denn bei allen Experimenten an der Zelle und ihren Deutungen sind wir von der Ansicht ausgegangen, dass die Stoffe und Kräfte der Zelle denselben Gesetzen unterliegen wie alle uns bekannten Stoffe und Kräfte.

Dass die Erscheinungen der Elektricität, die wir an der Zelle wahrnehmen, der Ausdruck von Kräften sind, die auf die Zelle wirken, daran müssen wir festhalten. Worin diese Kräfte ihren Grund haben, ist schwer zu sagen. Elektricität ist auf sehr verschiedene Weise, auf mechanischem, thermischem, chemischem Wege zu erzeugen. Als Grund ihrer Entstehung sehen wir eine Umlagerung der Moleküle in den elektrisch gewordenen Körpern an. In der lebenden Zelle spielen sich dauernd eine grosse Anzahl verschiedener chemischer Processe ab. Wir wissen, dass bei sehr vielen chemischen Umlagerungen Anionen oder Kationen frei werden, es zu einer Störung des elektrischen Gleichgewichts kommt. Gelänge es uns, einen Punkt der Zelle, an dem Kationen frei werden, mit einem Punkte der Zelle, an dem Anionen frei werden, durch einen Schliessungsbogen zu verbinden, so können sich die Elektricitäten in ihr ausgleichen. Falls sie auf beiden Seiten gleich sind, wird kein Strom entstehen, sind sie aber verschieden gespannt, muss ein Strom entstehen. Jede verletzte Stelle einer Pflanze verhält sich negativ elektrisch gegen die unverletzte Oberfläche. Es müssen an jeder verletzten Stelle und überall an der Oberfläche Ionen frei werden; der Ort der höheren Spannung, die Kationen, muss an der unverletzten Oberfläche, der Ort der niederen Spannung, die Anionen, an der verletzten Stelle liegen. Da in jeder Zelle dauernd, abgesehen von den Bewegungen in den Bioiden, noch Bewegungen der Bioiden stattfinden, da ferner jede Zelle sicher Wärme producirt, so liessen sich auch mechanische und thermische Vorgänge als Elektricitätserzeuger ansehen. Schliesslich steht es noch dahin, wie weit die mechanischen, thermischen und chemischen Ursachen identisch sind.

Wenn es schon gelingt, die fundamentalen Fähigkeiten der Zelle lediglich als den Ausdruck von Kräften aufzufassen, die auf die Zelle wirken, ihr also jede Activität abzusprechen, um wie viel leichter wird dies für eigenthümliche Fähigkeiten gelingen, die specielle Zellen haben sollen! Es ist ungemein einfach, das Erscheinen von Fädenbüscheln im Protoplasma der befruchteten Eier von Arbacia und Echiniden als Fähigkeit dieser Eier zum Spinnen aufzufassen, wie dies G. F. Andrews thut, aber erklärt hat man damit gar nichts. Stellt man die Frage: Welche Fähigkeit hat die Zelle? so ist es einfach, nur die Erscheinungen zu registriren. Umgekehrt kann man aus jeder Fähigkeit der Zelle eine Erscheinung construiren. Die Frage muss lauten: Weshalb tritt die und die Erscheinung auf?; auf diese Frage ist eine Antwort, die mit der „Fähigkeit“ der Zelle operirt, keine Antwort. Die Zelle hat keine Fähigkeiten und irgendwelche ihrer Theile haben auch keine Fähigkeiten, soweit diese Bezeichnung die Zelle oder ihre Theile in irgend einen Gegensatz zu leblosen Stoffen bringen soll. Die Zelle und ihre Theile haben bestimmte Eigenschaften. Jeder

Körper hat bestimmte Eigenschaften. Kein Theil der Zelle aber hat die Eigenschaft der Selbsttheilung oder Selbstgestaltung oder Selbstregulation, die Roux seinen hypothetischen Zelltheilen, den Automerizonten, Autokineonten, Autoisoplassonten zuspricht. Hätten sie diese, dann gäbe es allerdings einen Kampf der Theile in der Zelle und im Organismus. Diesen im speciellen anzuerkennen, hält ebenso schwer wie den Kampf ums Dasein im Allgemeinen — oder wir nennen jede Reaction einen Kampf. Wer glauben machen will, dass hypothetische Körper Autofähigkeiten haben, der muss erst beweisen, dass solche Fähigkeiten der Selbstgestaltung, Selbstregulation, kurz der Selbstbestimmung an irgend welchen realen Körpern zu beobachten sind. So lange aber jede Erscheinung, die an realen Körpern zu beobachten ist, als durch die Aussenwelt verursacht angesehen werden muss, so lange ist an eine Selbstbestimmung nicht zu glauben. Deshalb kann man auch Cytotropismus und Cytolisthesis und Cytarme und Cytochorismus der Furchungszellen nicht anerkennen. Diese ihnen von Roux zugeschriebenen Fähigkeiten sollen besagen, dass die Furchungszellen activ gegen einander ihren Ort verändern, sich drehen, ververschmelzen und sich lösen können. Wo aber ist die Quelle ihrer Kraft? In jenen Automerizonten etc.? Da diese kleinste Theile der Zelle vorstellen, können sie, oder wenn sie noch xfach theilbar sind, ihre xten Theile die Kraft nur aus der Zelle beziehen oder sie produciren Kraft. Beziehen sie aus der Zelle Kraft, so sind sie von ihr abhängig und mit dem ganzen „Auto“ ist es nichts, nichts ist es dann mit ihrer Bestimmung über die Zelle. Produciren sie aber Kraft, dann haben v. Helmholtz und Rob. v. Mayer und, von ihnen beeinflusst, alle Forscher der letzten 60 Jahre in einem furchtbaren Irrthum gelebt. Und nie ist in den Naturwissenschaften die Richtigkeit eines Gesetzes glänzender bewiesen worden als die des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft.

Capitel 12.

Urzeugung?

Alle Organismen können von anorganischem Material leben, die pflanzlichen direct, die thierischen auf dem Umwege über die pflanzlichen. Alle Lebewesen produciren leblose Substanzen. Mit dem Augenblick der Entstehung des ersten Organismus entstanden auch sofort, von diesem producirt, leblose Stoffe, wenn sie nicht schon vorher existirten. Angenommen, sie hätten vorher nicht existirt, so stand dem ersten Or-

ganismus zu seiner Ernährung nichts weiter zur Verfügung als die Stoffe, die er selbst ausgeschieden hat. Von den Stoffen aber, die ein Organismus ausscheidet, kann er nicht leben, da er nur die Stoffe ausscheidet, die er nicht assimiliren kann. Vielleicht hatte er aber lebende Stoffe zur Verfügung? Diese konnten entweder ihm gleich oder ihm ungleich sein. Wir werden uns den ersten oder die ersten Organismen jedenfalls als Protozoen und nicht als Metazoen vorstellen müssen. Da dieselben, wie sie auch immer entstanden sein mögen, einer bestimmten Combination von Stoffen und Kräften ihren Ursprung verdankten, so konnten an einem Punkt immer nur eine Art Protozoen entstehen. Hatte diese nicht sofort Nahrungsmaterial zur Verfügung, so ging sie unter. Die einzelligen Organismen mussten also voneinander leben. Das geht nicht; denn indem eine Substanz eine andere ihr ganz gleiche aufnimmt, kann es nicht zu einem Stoffwechsel kommen. Wir müssen annehmen, dass, bevor lebendige Substanz entstanden ist, es leblose gegeben hat, wir müssen dies um so mehr, als eine Existenz von lebendiger Substanz ausserhalb der Zelle unmöglich ist, die Zelle aber aus lebendiger Substanz + lebloser besteht. Die lebendige Substanz ist nur gepaart mit lebloser zu denken. Von ihr isolirt ist sie nicht mehr lebend, da sie, dauernd im Zerfall begriffen, dauernd Material zur Verfügung haben muss, aus dem sie sich wieder aufbauen kann.

Der eben entwickelte Gedankengang trifft, so lange wir die KANT-LAPLACE'schen Nebelhypothesen für die Entstehung der Weltkörper als richtig halten, für diese Erde, wie für alle Weltkörper zu. Die RICHTER-PREYER'sche Kosmozoëntheorie, welche die Entstehung der Organismen auf irgend einen anderen Weltkörper verlegt, kann deshalb für die Lösung der Frage nicht in Betracht kommen. Ob die lebendige Substanz auf einem Körper x oder unserer Erde entstanden ist, die Bedingungen, unter denen sie entstanden ist, müssen die gleichen sein. Will man diesen Satz nicht acceptiren, so muss man die KANT-LAPLACE-sche Hypothese aufgeben.

PREYER lehnt die Möglichkeit derzeitiger Entstehung lebendiger Substanz ab, einerseits, weil es trotz vieler Versuche nie gelungen sei, lebende Substanz aus lebloser herzustellen, andrerseits, weil wir niemals in der Natur eine Urzeugung beobachten: „Wer nach einem Organismus sucht, welcher nicht geboren wäre, sondern durch Urzeugung entstanden, d. h. aus todten Körpern zusammengesetzt, hat noch weniger Aussicht zu finden, als Einer, welcher nach einem Organismus sucht, der nicht sterben könnte.“ Der Autor zeigt aber auch den Widerspruch, in den derjenige mit sich selbst geräth, der überhaupt an eine einmalige Entstehung des Lebens glaubt: „Denn dieselben Bedingungen, welche zur Erhaltung des Lebens erforderlich und jetzt verwirklicht sind, mussten nothwendig auch bei der supponirten Entstehung des Lebendigen aus anorganischen Körpern verwirklicht sein,

sonst hätte das Product der Urzeugung nicht am Leben bleiben können."

Preyer fasst den Begriff des Lebens der Art, dass „die anfangslose Bewegung im Weltall Leben ist"; man ist dann gezwungen 1. einen Gegensatz zwischen lebender Substanz und nicht lebender aufzugeben und 2. die dauernde Entstehung lebender Substanz anzunehmen. Mit beidem kann man einverstanden sein. Wenn Preyer den Begriff des Lebens in einer Bewegung sieht, so können wir statt lebende Substanz auch bewegte Substanz sagen. Dass diese Substanz, in der die anfangslose Bewegung im Weltall continuirlich fortgesetzt wird, sich auf Grund irgend welcher anderen Kräfte und Gesetze bewegt als die todten Substanzen, ist ausgeschlossen. Anderenfalls wäre unser ganzes Mühen und Denken, über die lebendige Substanz mehr zu erfahren, unsinnig und aussichtslos, indem wir an ihre Untersuchung stets mit der Annahme herangehen, dass sie denselben Gesetzen und Kräften unterworfen ist wie die unbelebte Materie. Die anfangslose Bewegung im Weltall hat sich also nicht nur auf die lebendigen Substanzen fortgesetzt, sondern auch auf die leblosen. Finden wir doch alle die Kräfte, die wir in der lebenden Materie wirksam sehen, auch in der unbelebten, nur sind sie anders combinirt. Ruhe ist in keiner Substanz, weil auf jede Substanz dauernd eine ganze Anzahl Kräfte wirken, so die Anziehungskraft der Erde, Magnetismus, Licht, Wärme, Elektricität und alle chemischen Kräfte. Dass die Substanz ruht, wäre nur denkbar, wenn sich alle Kräfte in ihr gegenseitig aufheben. Diese theoretische Möglichkeit widerlegt die Erfahrung. Es giebt eben keinen Körper, der nicht zu jeder Zeit deutlich die Wirkung einer Kraft auf ihn zeigt. Deshalb muss er auch dauernd in Bewegung sein. Will aber Preyer die anfangslose Bewegung im Weltall als das Leben im Sinne einer besonderen Art Bewegung ansehen, was er nicht thut, so muss nothwendigerweise zuerst lebende Materie, dann erst leblose, eventuell als das Product jener aufgetreten sein. Diese Annahme ist, wie oben gezeigt wurde, unhaltbar. Ferner ist keine Bewegung denkbar, die nicht Consequenz einer anderen Bewegung ist. Zu jeder Bewegung gehört ein Anstoss; dieser kann wieder nur durch eine Bewegung veranlasst sein. Ob der Anstoss ein mechanischer, thermischer, elektrischer etc. ist, bleibt sich gleich. Indem wir so jede Bewegung jedes Dinges als Folge einer unendlichen Reihe von Bewegungen ansehen können, kommen wir immer auf die anfangslose Bewegung im Weltall zurück. Da diese somit allen lebenden und todten Dingen eigen sein muss, ist ein Grund nicht ersichtlich, weshalb nicht dereinst das Experiment, lebendige Substanz aus lebloser herzustellen, gelingen sollte, weshalb nicht täglich vielleicht unter unseren Augen lebende Substanz entsteht. Dass das Experiment bisher nicht gelungen ist, beweist nicht seine Unausführbarkeit, sondern nur unser Unvermögen. Ueber dieses aber dürften wohl Zweifel angesichts unserer

minimalen Kenntnisse vom Eiweiss nicht bestehen. Der Grund ferner, weshalb wir in der Natur noch keine Urzeugung gesehen haben, dürfte wiederum nur in unserem Unvermögen, zu sehen, liegen. Nehmen wir einmal an, es entstünde zu jeder Stunde, jeder Minute lebendige Substanz, d. h. zwischen zwei Stoffen käme eine Bewegung zu Stande. Diese Stoffe gehen, wie wir sicher wissen, bei dieser Bewegung zu Grunde. Sind also nicht Reservestoffe zur Hand, so hört die Bewegung, kaum entstanden, sofort wieder auf und statt der lebendigen Substanz haben wir eine todte. Dass diese einmal Bruchtheile einer Sekunde gelebt hat, können wir ihr nicht ansehen. Dieses Leben selbst zu betrachten, sind wir nicht fähig. Wenn aber passende Reservestoffe da sind, so reisst die lebende Substanz diese an sich. Damit ist die Zelle geboren. Diese zu beobachten sind wir im Stande, aber erst, wenn sie eine gewisse Grösse erreicht hat. Nun wird Niemand behaupten wollen, es seien die Zellen, die wir bis jetzt kennen, schon die kleinsten. Im Gegentheil! So nehmen die Bacteriologen z. B. für die Pocken einen Krankheitserreger an, der bedeutend kleiner als der Tuberkelbacillus ist, so klein, dass wir ihn mit unseren jetzigen optischen Hülfsmitteln nicht nachweisen können. Glaube ich an eine tägliche und stündliche Urzeugung, so sehe ich nichts, was mich zwingen könnte, eine für unsere optischen Hülfsmittel quantitativ genügend grosse Entstehung lebendiger Substanz anzunehmen.

Es könnte der Einwand erhoben werden, die lebendige Substanz + Nahrungsmaterial sei noch lange keine Zelle, denn diese müsste einen Kern enthalten; dadurch sei sie erst fortpflanzungsfähig und die Fortpflanzungsfähigkeit gehöre zum Begriffe des Lebens. Dem ist ganz beizustimmen. Da eben ein Kern nothwendig ist, so werden es dessen Substanzen sein, welche die Reservestoffe an sich reissen. Diese Reservestoffe stellen das Protoplasma, das an der Urzelle identisch mit Trophomigma ist, vor. Dieses Protoplasma hat noch keine wahrnehmbaren Bioiden. Wie diese dann auf höherer Organisationsstufe der Zelle wachsen, bleibe unerörtert. Als Quelle steht ihnen das Protoplasma selbst, der Kern und die Aussenwelt zur Verfügung.

Da nach den hier vorgetragenen Ansichten mit der Entstehung der lebenden Substanz auch die Zelle entsteht, ergiebt sich ein tiefgreifender Unterschied gegenüber den Autoren, die bis jetzt Urzeugung angenommen haben. Indem sie der soeben aus Anorganischem entstandenen lebendigen Substanz nicht die Qualitäten der Zelle zusprechen, kommen sie wie z. B. Haeckel mit seinen Moneren, Naegeli mit seinen Probien zu undifferenzirten, kernlosen Protoplasmamassen.

Die Bedingungen, unter denen lebendige Substanz entsteht, müssen sehr complicirte sein. Dafür spricht Verschiedenes, so namentlich die Grösse des Eiweissmoleküls — Preyer

stellt für das Hämoglobinmolekül die Formel auf C_{600} H_{960} N_{154} Fe_{1} S_{3} O_{179}, ZINOFFSKY für das Eiweiss im Hämoglobin des Hundeblutes C_{726} H_{1171} N_{194} S_{3} O_{214} — und seine Polymerie. Je complicirter aber die Bedingungen für die Entstehung eines Stoffes sind, desto geringer werden im Allgemeinen die producirten Quantitäten sein.

Leben ist Bewegung. Einen Stoff ohne Bewegung nennen wir todt. Stoffe ohne Bewegung giebt es nicht. Danach wäre das Leben nur eine eigenartige Bewegung. Das kann es auch nicht sein, wir wir gesehen haben. Man kommt eben nicht darüber hinweg, dass es Unterschiede zwischen lebendiger und todter Substanz im principiellen Sinne nicht geben kann. Wie diese aus jener entsteht, muss auch jene aus dieser entstehen können. Beide sind nur der Ausdruck von gleichen Kräften.

Dem Gedankengang HAECKEL's, nach dem die lebendige Substanz aus der leblosen entstanden sein müsste, weil die Erde einst im Zustande war, der den Wesen das Leben unmöglich machte, hält PREYER entgegen, dass man den Begriff des Lebens nicht von den Wesen ableiten könne, die heute leben. Man kann sich dieser Anschauung anschliessen. Ist man nicht berechtigt, den Begriff „Leben" nach den Organismen zu construiren, die heute leben, so werden Versuche, sich auf chemischem Wege eine Vorstellung von der Entstehung des Lebens zu machen, scheitern müssen. Es muss aber dann jeder derartige Versuch scheitern. Wir können eben nicht die Dinge in lebende und leblose trennen. Alle Eigenschaften, die man der lebendigen Substanz zuspricht, finden sich auch an der leblosen. Was uns jene in einen Gegensatz zu dieser zu bringen scheint, ist allein unser Unvermögen, die wirkenden Kräfte isolirt zu betrachten.

Gegen die Annahme des dauernden Entstehens lebendiger Substanz aus lebloser könnte man einwerfen, es wäre unverständlich, weshalb die lebende Substanz immer in denselben Formen auftritt, weshalb nicht ein Mal ganz neue Arten von Zellen und mehrzelligen Lebewesen entstünden. Die Gründe, aus denen die lebende Substanz stets als Zelle auftreten, anderenfalls untergehen muss, haben wir mehrfach gesehen. Form und Function der eben aus leblosem Material entstandenen Zelle bestimmen die Kräfte, die am Orte ihres Lebens walten. Das Material, aus dem lebende Substanz besteht, sind Stoffe, die überall in der Natur vorhanden sind, eigenthümlich ist in der lebenden Substanz nur ihre Combination. Indem wir diese auch nur als den Ausdruck von Kräften ansehen können, müssen wir sagen: lebende Substanz entsteht durch eine eigenthümliche Combination von Kräften. Diese Eigenthümlichkeit sichert eine gewisse Gleichartigkeit der lebenden Stoffe. Da weiter auf diese Stoffe alle die Kräfte wirken, die auf dieser Erde vorhanden sind, d. h. wieder gleiche Kräfte, die wieder nur in ihrer Combination resp. Intensität verschieden sind, muss die gewisse Gleichartigkeit aller Lebewesen erhalten bleiben.

Daher ist allen z. B. der Verbrauch von Sauerstoff, die Abgabe von Kohlensäure eigenthümlich.

Wenn v. Helmholtz in der Vorrede von Thomson's und Tait's „Treatise on Natural Philosophy" schreibt: „Organisches Leben hat entweder zu irgend einer Zeit angefangen zu bestehen oder es besteht von Ewigkeit", so ist ihm wie Preyer die Continuität des organischen Lebens eine feststehende Thatsache. Die Beweisführung für diese Continuität ist aber bisher nur eine negative. Sie stützt sich eben darauf, dass Urzeugung nicht beobachtet wird und dass man aus leblosen Substanzen lebende nicht herstellen kann.

Für alle Materie, lebende wie leblose, ist in den Gesetzen von der Erhaltung der Kraft resp. des Stoffes die Continuität der Materie und der Kräfte nachgewiesen. Man kann sagen: Kraft und Stoff haben entweder zu irgend einer Zeit angefangen zu bestehen oder bestehen von Ewigkeit. Welcher von beiden Fällen der richtige sein mag: das erste Product von Kraft und Stoff muss etwas Einheitliches gewesen sein. Es ist undenkbar, dass das erste Product von Kraft und Stoff differente Substanzen, lebende und leblose gewesen sein können, weil das Product einer Wirkung von Kraft auf Stoff immer etwas Einheitliches sein muss. Ganz gleich ob erst belebte dann leblose Stoffe entstanden sein mögen oder umgekehrt, muss man, sollen zwei parallele Reihen für die Continuität von Stoff und Kraft construirt werden, eine Reihe für die leblosen eine für die lebendigen Stoffe, an einen Punkt kommen, an dem die eine Reihe in die andere übergeht. An diesem Punkt hat das Product aus Stoff und Kraft, in dem eine neue Kraft oder ein neuer Stoff dazu trat, sich in zwei Reihen gespalten. Das ist unmöglich; denn tritt zu einem Product aus Kraft und Stoff eine neue Kraft oder ein neuer Stoff, so kann das Product nur etwas Einheitliches sein. Die Construction der zwei Reihen ist undenkbar. Das Lebendige lässt sich nie von dem Leblosen abspalten oder umgekehrt. Beide müssen dauernd in einander übergehen. Sie können nur eine Reihe darstellen. Indem so die Voraussetzung, von der v. Helmholtz und Preyer ausgehen, nicht richtig sein dürfte, können auch ihre Folgerungen nicht zu Recht bestehen. Es kann nur eine Continuität von Kraft und Stoff geben, nicht eine Continuität von organischem Leben und leblosen Substanzen. Deshalb ist die lebendige Substanz nicht in Gegensatz zur leblosen zu bringen. Sie müssen beide dauernd in einander übergehen können. Deshalb ist die Möglichkeit einer täglichen Urzeugung nicht zu leugnen. Sie ist ein philosophisches Postulat.

Wir sehen täglich, wie die Lebewesen sich aus unbelebten Materialien aufbauen, indem sie die Theile, die sie verbrauchen, aus derartigem Materiale ersetzen. Wir sehen täglich wie die Lebewesen zu leblosen Stoffen werden. Was hindert uns den Schluss zu ziehen, dass aus leb-

loser Materie belebte werden kann? Lediglich die Beobachtung, wie diese Umformung niemals stattfindet, ausser wenn schon lebende Materie vorhanden ist.

Stellt man sich vor, die lebende Materie zerfalle zuerst theilweise und ergänze sich dann aus lebloser oder sie nehme erst leblose auf, assimilire sich diese und zerfalle dann theilweise, in jedem Falle muss man nach mathematischer Rechnung zu einer lebenden Substanz kommen, die von der ursprünglichen lebenden Substanz auch nicht ein Atom mehr enthält. Man hat also dann eine lebende Substanz vor sich, die aus lebloser entstanden ist. Da die lebende Substanz wieder zu lebloser wird, lässt sich der Satz aufstellen: Das Leben ist ein Zustand in dem sich gewisse Stoffe vorübergehend befinden. Indem wir das Leben als eine Bewegung ansehen müssen, die Stoffe aber, an die sie gebunden ist, überall in der Natur vorkommen, wir sie in der lebendigen Substanz nur eigenthümlich combinirt finden, lässt sich der Satz so formuliren: Leben ist das Entstehen und der Zerfall einer eigenthümlichen Combination von Stoffen. Wir kommen hier zu dem gleichen Resultat, wie wir es schon auf ganz anderem Wege erhalten haben.

Wie verträgt sich aber mit diesen Anschauungen die unleugbare Thatsache, dass wir Nährböden durch Einwirkung der verschiedensten Kräfte namentlich Wärme, Chemikalien in einen Zustand bringen können, in welchem sie auch nicht das kleinste Lebewesen zeigen? Setzt man den idealsten Nährboden einige Zeit einer Temperatur von 150° aus und verschliesst ihn gegen Luftzutritt, so wächst nichts auf ihm. Mischt man dem idealsten Nährboden 1 % Sublimat bei, so wächst nichts mehr in ihm. Daraus schliesst man: Werden Nährböden unter Bedingungen gesetzt, durch die in ihnen enthaltene Keime getödtet werden und die den Zutritt neuer Keime unmöglich machen, so wächst nichts in ihnen; ergo kommen die Keime von aussen. Man kann aber auch anders schliessen: Setzt man einen Nährboden unter Bedingungen, unter denen Leben nicht existiren kann, so entwickelt sich kein Leben in ihm. Solche Bedingungen sind Abschluss von Sauerstoff, Gegenwart von Sublimat. Es giebt aber anaërobe Bacterien! Weshalb entwickeln die sich nicht aus dem Nährboden, wenn keine Luft zutritt? Die Gründe, weshalb sich, in dem einen Falle diese, in dem anderen jene Organismen entwickeln, können unmöglich von einer Ursache abhängen. Der Nährboden, aus dem sie sich entwickeln, mit allen seinen Stoffen einerseits und alle die Kräfte andrerseits, die auf ihn wirken, bestimmen nothwendigerweise, was für Organismen entstehen. Indem wir die Stoffe des Nährbodens auch als Kräfte ansprechen, können wir die Organismen als einen Ausdruck von Kräften bezeichnen.

Wie es mir fern liegt zu behaupten, unsere jetzigen Nährböden seien das geeignete Material, aus dem sich Organismen aufbauen können, liegt es mir fern zu bestreiten, dass es in der Luft Keime giebt. Nur die

Logik des Satzes „die Keime in einem Nährboden müssen von aussen kommen“, die ist auf Grund der vorliegenden Thatsachen nicht anzukennen.

NAEGELI, wahrlich ein tiefer und logischer Denker, leitet sein Capitel „Urzeugung“ mit den Worten ein: „Die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen ist in erster Linie nicht nur Frage der Erfahrung und des Experiments, sondern eine aus dem Gesetze der Erhaltung von Kraft und Stoff folgende Thatsache. Wenn in der materiellen Welt alles in ursächlichem Zusammenhange steht, wenn alle Erscheinungen auf natürlichem Wege vor sich gehen, so müssen auch die Organismen, die aus den nämlichen Stoffen sich aufbauen und schliesslich wieder in dieselben Stoffe zerfallen, aus denen die unorganische Natur besteht, in ihren Uranfängen aus unorganischen Verbindungen entspringen. Die Urzeugung leugnen heisst das Wunder verkünden.“

Es giebt directe Beweise, wie aus leblosen Substanzen lebende werden. Wenn man ein Samenkorn trocken aufbewahrt, so kann man es Jahrzehnte hindurch beobachten, ohne auch nur die Spur einer jener Eigenschaften zu beobachten, die eine Substanz lebend zu nennen, rechtfertigen. Es wächst nicht, pflanzt sich nicht fort, es hat nach den Untersuchungen von KOCHS absolut keinen Stoffwechsel, es producirt keine Wärme, keine Elektricität, kein Licht, es zeigt keinerlei Bewegungen. Befeuchtet, erwacht es zu neuem Leben. Die Tardigraden, auch Bärenthierchen genannt, jene mikroskopisch kleinen Gliederfüssler, Bewohner des süssen Wassers, stellen trocken aufbewahrt ihre Lebensfunctionen vollständig ein. Befeuchtet man das Bärenthierchen, so zeigt es wieder alle die Erscheinungen, die den Begriff des Lebens ausmachen. Als K. A. S. SCHULTZE 1831 diese Mittheilung machte, erschien sie EHRENBERG so unglaublich, dass er sie zuerst leugnete und schliesslich die Behauptung aufstellte, die sogenannten wiederbelebten Individuen seien gar nicht die eingetrockneten, sondern deren Nachkommen.

Auch gewisse Bacterien, Infusorien, Rotatorien können vollständig eintrocknen und erwachen durch Wasser zum Leben. Der Zustand, in welchem sie keinerlei Lebenserscheinungen zeigen, wird allgemein Scheintod genannt, d. h. diese Stoffe sind angeblich gar nicht todt, es scheint nur so. Mit welchem Recht wird der Satz aufgestellt: Es giebt Stoffe, die zwar kein Leben zeigen aber doch nicht todt sind? Wie kommt es, dass dieser in sich unlogische Satz immer und immer wiederkehrt? Er ist die Consequenz des uralten, stets nur negativ bewiesenen Dogmas: Aus Todtem wird nichts Lebendes. Es ist viel logischer zu schliessen: Diese Stoffe, die sicher keinerlei Lebenserscheinungen zeigen, sind todt; unzweifelhaft aber können sie lebendig werden; ergo entstehen aus leblosen Substanzen lebendige. Die Scheintodtheoretiker gehen von einem Grunde aus, der genau so schlecht ist als einst der der Vitalismus-

kämpfer. Diese hatten, bis Wöhler den Harnstoff synthetisch dargestellte, auch ein Recht zu ihrer Behauptung, das Leben müsse eine besondere Kraft sein, denn was es producirt, sei sonst nicht herzustellen. Die Scheintodverfechter leugnen eine Thatsache, indem sie von einem negativen Grunde ausgehen. Sie können nicht zugeben, dass aus Todtem Lebendiges wird, weil bisher derartiges im Laboratorium nicht gelungen ist.

Stellen wir uns einmal vor, im eingetrockneten Bärenthierchen sei die Combination von Kräften und Stoffen vorhanden, die nothwendig ist, damit es lebt, nur ein Stoff fehlt, das Wasser. Tritt dieses zu der vorhandenen Combination hinzu, so muss Leben entstehen. Man kann einen Frosch langsam einfrieren lassen, so dass er durch und durch steinhart ist und keine Spur von Leben mehr zeigt. Thaut man ihn vorsichtig auf, so lebt er wieder. Auf diese merkwürdige Erscheinung hat Duméril 1852 zuerst aufmerksam gemacht. Man kann sich vorstellen: In diesem todten Frosch sind alle die Kräfte und Stoffe quantitativ und qualitativ richtig vorhanden und richtig geordnet, die für das Leben nothwendig sind, nur eine Kraft fehlt, die Wärme. Tritt die zu diesem todten Object, so muss es leben. Diese Vorstellung entspricht den Thatsachen, denn subtrahiren wir von dem lebenden Bärenthierchen das Wasser, vom lebenden Frosch die Wärme, so lebt das Thier nicht mehr. Also ist das lebende Thier X Stoffe und Kräfte + Wasser, resp. + Wärme. Nun hat das Thier aber gelebt, dann soll es gestorben sein und jetzt wieder leben? Was wird da aus der Continuität des Lebens? Die geht verloren und mit ihr etwas, was es nicht giebt. Es existirt eine Erhaltung des Stoffes und der Kraft, aber nicht der Form. Es giebt nicht wenig ausgestorbene Formen! Lebendiges unterscheidet sich von Leblosem nur durch die Art der Combination von Stoff und Kraft. Die Stoffe und die Kräfte sind in beiden dieselben. Ihre Formen, d. h. ihre Combinationen wechseln sie dauernd, wie wir dauernd beobachten. Deshalb muss aus Leblosem Lebendiges und aus Lebendigem Lebloses werden.

Das letzte Wort hat für diese wie für alle naturwissenschaftlichen Fragen das Experiment zu sprechen. Wenn dieses — die Herstellung lebendiger Materie aus lebloser — bisher nicht geglückt ist, so haben wir weder ein Recht, ihr ewiges Misslingen zu prophezeihen noch die Erscheinungen in der Natur, welche das missglückte Experiment ersetzen, durch Eigenschaften der betreffenden Körper zu erklären, die im Widerspruch mit den Eigenschaften aller Körper stehen.

Man könnte diese Gedanken als zu Unrecht bestehend hinstellen, mit der Behauptung, das getrocknete Bärenthierchen ist gar nicht todt. Es schützt sich durch seine Chitinhaut gegen vollständige Austrocknung

und lebt eine ganz besondere Sorte Leben, ein „potentielles“ Leben, wie es PREYER, ein „latentes“ Leben, wie es CLAUDE BERNARD nennt. Bei dieser Sorte Leben giebt es keinen Stoffwechsel, keine Bewegungen, kein Wachsthum, keine Fortpflanzung etc. etc. Dann ist aber kein Unterschied zwischen dieser Sorte lebender Substanz und todter Substanz. Aus der Thatsache, dass eine Substanz lebendig wird, zu schliessen, in dieser Substanz hat immer Leben gesteckt, ist ein Schluss, der sich auf aprioristische Voraussetzungen stützt. Wir können eine Materie nur als lebendig oder nicht lebendig ansehen. Will man mit „Scheintod“ sagen, „das Ding lebt“, so muss man das Leben nachweisen. Will man mit „Scheintod“ sagen, „das Ding lebt nicht und ist auch nicht todt“, so construirt man für die Stoffe einen dritten Zustand, der nicht Leben und nicht Tod ist. Der Scheintod ist der Zustand des Todes, da in ihm auch nicht ein Schein von Leben nachzuweisen ist. Da Substanzen aber aus diesem Zustand in den des Lebens übergeführt werden, kann aus todter Substanz lebendige entstehen.

Das Samenkorn verliert nach einer mehr oder weniger langen Reihe von Jahren die Fähigkeit lebendig zu werden. Soll das beweisen, dass es vorher gelebt hat? Wir kennen unzählige Stoffe, die, sei es unter Luftzutritt, sei es unter Luftabschluss aufbewahrt, im Laufe der Zeit sich verändern, d. h. irgend welche Fähigkeiten verlieren. Das frische Samenkorn + Wasser geräth in den Zustand, den wir Leben nennen, das alte + Wasser geräth nicht in diesen Zustand. Diese Thatsache beweist unmöglich, dass das frische Samenkorn —Wasser auch gelebt hat, das alte aber —Wasser todt war, sie beweist nur, dass im Laufe der Jahre sich ein Samenkorn verändert. Das thut Alles auf dieser Erde und die Erde auch.

Der Versuch, aus den physikalischen resp. chemischen Eigenschaften der sogenannten lebendigen Substanz deduciren zu wollen, es sei undenkbar, dass sich irgend wo in der Natur alle die dazu nothwendigen Kräfte und Stoffe so eigenthümlich combinirt hätten, dass lebendige Substanz entstanden sei, ist müssig. Einmal wissen wir über den physikalischen resp. chemischen Aufbau der lebendigen Substanz noch ungemein wenig und zweitens wissen wir darüber, wie irgend ein Element, also eine todte Substanz entstanden ist, noch viel weniger. Von keinem Menschen wird verlangt, er solle Eisen machen, und Eisen ist ein in allen seinen Eigenschaften ganz einfacher Körper und muss doch auch irgend wie mal entstanden sein. Aber der Forscher, der behauptet, lebendige Substanz sei entstanden, von dem verlangen die Ewigkeitstheoretiker der lebenden Materie, er solle zum Beweise seiner Behauptung zeigen oder erklären, wie dieser ungeheuer complicirte Stoff entsteht. Aber Eisen ist ein Element! Das sagt nichts weiter, als dass wir diesen Stoff in andere Stoffe nicht haben zerlegen können, ist also ein Ausdruck für unsere individuelle Unfähigkeit. Und selbst wenn es

einst, wie bei anderen entthronten Elementen, gelänge, Eisen zu zerlegen, ist damit gesagt, dass wir es synthetisch herstellen können? Die Zusammensetzung verschiedener Fette ist ganz genau bekannt, aber Niemand hat sie bisher synthetisch herstellen können.

„Lebendige Substanz entsteht nicht aus todter.“ Der Satz ist aufgestellt, weil man glaubt, nie gesehen zu haben, dass lebendige Substanz aus todter entsteht. Ein Glauben (im Sinne einer Annahme) und ein negativer Beweis formuliren einen Satz. In den Naturwissenschaften ist Glauben eine unmögliche und ein negativer Beweis eine schlechte Grundlage für Deduction. v. Helmholtz aber meint, „dass jede Deduction nur so viel Sicherheit hat, als der Satz, aus dem deducirt wird.“

Capitel 13.

Ueber die Vererbung.

Jede Zelle hat einen specifischen Bau. Derselbe kann sehr einfach sein; die Bioiden in der Zelle können lediglich durch den Kern, ein Netzwerk oder Wabenwerk und Granula repräsentirt werden. Der Bau der Zelle kann aber auch ungemein complicirt sein; je höher sie organisirt ist, je feinere physiologische Aufgaben sie hat, desto geringer an Quantität wird ihr Trophomigma, desto zahlreicher und complicirter gebaut werden ihre Bioiden sein.

Da die Zelle ein aus einer grossen Anzahl geformter Elemente zusammengesetzter Organismus ist, kann man eine absolute morphologische Gleichheit zweier Zellen nicht annehmen. Zwar dürften oft Zellen durchaus gleich erscheinen, nach Erfahrungen aber, die wir an viel grösseren Objecten machen, an denen ein Unterscheiden um vieles leichter ist als an Zellen, müssen wir unser Unterscheidungsvermögen als ein sehr geringes ansehen.

Es gleichen sich nicht zwei Thiere absolut. Darüber lässt jede Messung keinen Zweifel. Wenn wir eine absolute Gleichheit zweier Thiere zu sehen glauben, liegt das an dem Mangel unserer Beobachtungsfähigkeit oder dem Mangel unserer Beobachtungsmöglichkeit. Unsere Beobachtungsfähigkeit ist bei weitem am feinsten für den Menschen ausgebildet. Und doch zeigt sie sich auch für ihn höchst mangelhaft. Einen Deutschen zwar, den wir heute flüchtig kennen lernen, erkennen wir Deutschen Tags darauf unter Hunderten von Deutschen sicher heraus. Einen Chinesen, den wir heute kennen lernen, erkennen wir Tags darauf unter Hunderten von Chinesen nicht mehr mit Sicherheit, falls er sich

nicht durch sehr auffallende Besonderheiten auszeichnet. Umgekehrt geht es dem Chinesen mit uns Deutschen. Zu diesem Mangel an Beobachtungsfähigkeit kommt bei mikroskopischen Objecten noch der Mangel an Beobachtungsmöglichkeit, weil wir mittelst unserer Härtungs- und Färbemethoden nur eine kleine Anzahl der Bioiden vom Trophomigma verschieden Licht absorbirend resp. Licht brechend und auf diese Weise sichtbar machen können. Es kommt ferner die Unmöglichkeit hinzu, zur Zeit die Vergrösserungen weiter zu treiben. Trotz der beiden schwer wiegenden Mängel sind wir aber auch jetzt schon mit Sicherheit in der Lage, zu behaupten, dass es zwei mathematisch gleiche Zellen nicht giebt.

Die Länge des Tuberkelbacillus, einer recht kleinen Zelle, schwankt zwischen 2 – 8 μ, seine Breite zwischen 0,4—0,7 μ. Der Form nach kommt er grade, gebogen, auch leicht geknickt vor. Welche unendliche Fülle von Variationen ist schon bei dieser Längen-, Breiten- und Formschwankung allein in den äusseren Formen möglich. Es wird zwei mathematisch gleiche Tuberkelbacillen nicht geben! Und so werden wir für alle Zellarten leugnen können, dass zwei mathematisch gleiche Zellorganismen existiren! Sie existiren nicht, weil in der Natur nicht zwei Orte denkbar sind, an denen während des Lebens eines Organismus dauernd absolut gleiche physikalische und chemische Verhältnisse vorliegen. Also existiren auch nicht zwei rücksichtlich ihrer Form, Grösse und Bioiden mathematisch gleiche Eier, nicht zwei mathematisch gleiche Spermatozoen!

Für die Erscheinungen der Vererbung müssen wir nach dem, was im Capitel „Vom Kern“ auseinandergesetzt wurde, allein die Kernbioiden verantwortlich machen. Wie ungeheuer fein und complicirt gebaute Kernbioiden existiren in den weiblichen Geschlechtszellen! Die Abbildungen von FLEMMING, OSC. SCHULTZE, BORN, HOLL, RÜCKERT zeigen zarte Fäden, die verschieden geschlungen, in verschieden weiten und engen, verschieden gerichteten Windungen das Keimbläschen durchziehen. Wenn man diese sieht, wird man wahrlich nicht glauben, dass es jemals zwei in ihrem inneren Bau mathematisch gleiche Keimbläschen geben mag. Wie FLEMMING eingehend bewiesen hat, ist es ganz ausgeschlossen, diese Bildungen etwa als Kunstproducte anzusprechen. Ihre Formen aber stehen für das einzelne Ei trotz mehrfacher Veränderungen in der Schärfe der Conturen, Tinctionsfähigkeit und Dichtigkeit fest. BORN schreibt für das Keimbläschen im Ovarialei von Triton taeniatus: „1. Die ganze Chromatinstructur behält aber während der ganzen Ausbildungsperiode des Eies die einmal angenommene Knäuelform, so dass es nach Beendigung der Ausbildung des Eies nur einer Verdichtung und Concentration des Chromatins bedarf, um den (secundären) Chromatinfadenknäuel wieder herzustellen, der dann in die Mitose eintritt.“

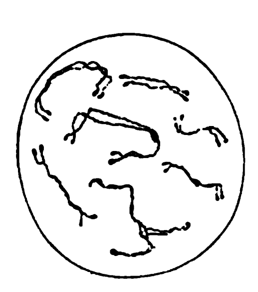


Fig. 9.
Chromatinfäden im Keimbläschen eines Ovarialeies von Cyclops strenuus. Nach RÜCKERT.

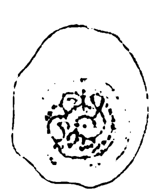


Fig. 10.
Kern einer 116 μ grossen Eizelle aus dem Eierstock eines jungen Hühnchens. Nach HOLL.



Fig. 11.
Kern einer 292 μ langen 202 μ breiten Eizelle aus dem Eierstocke eines jungen Hühnchens. Nach HOLL.

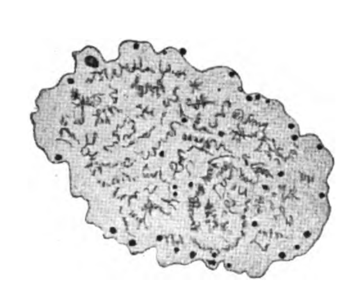


Fig. 12.
Ei von 495 μ Durchmesser von Triton taeniatus. Vergrösserung 166. Nach BORN.

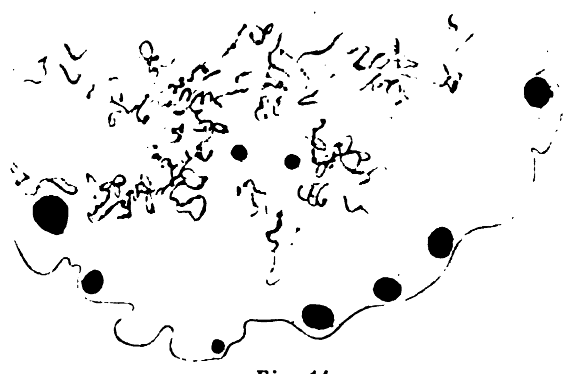


Fig. 14.
Theil aus dem Tritonei von 495 μ Durchmesser. 630 mal vergrössert. Nach BORN.

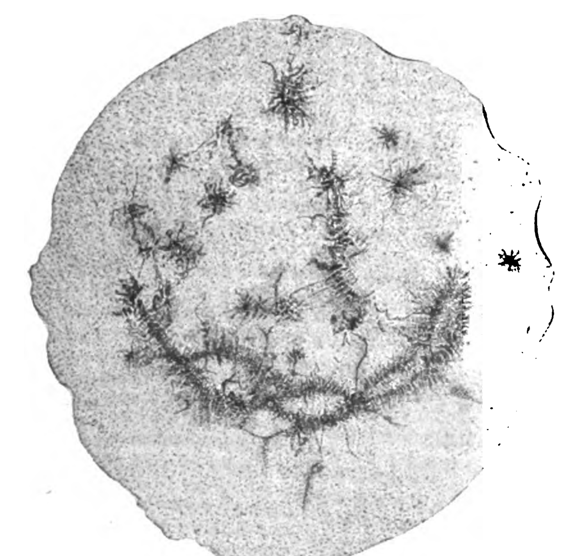


Fig. 13.
Kern einer 585 μ langen 491 μ breiten Eizelle aus dem Eierstock eines eierlegenden Hühnchens. Nach HOLL.

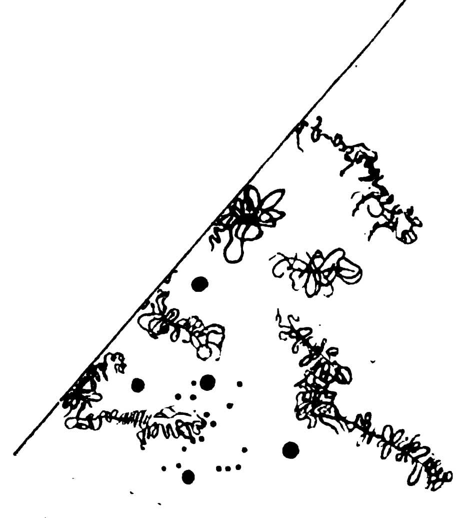


Fig. 15.
Aus dem Keimbläschen eines 940 μ im mittleren Durchschnitt haltenden Ovarialeis von Triton taeniatus. Vergrösserung 630. Nach BORN.

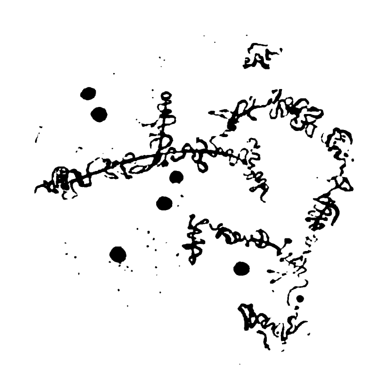


Fig. 16.
Theil des Keimbläschens eines 995 μ im mittleren Durchmesser haltenden Ovarialeies von Triton taeniatus. Vergrösserung 630. Nach Born.



Fig. 17.
Keimbläschen eines 728 μ im mittleren Durchmesser haltenden Eies von Triton taeniatus. Vergrösserung 166. Nach Born.



Fig. 18.
Aus dem Keimbläschen eines 900 μ im mittleren Durchmesser haltenden Eies von Triton taeniatus. Vergr. 800. Nach Born.

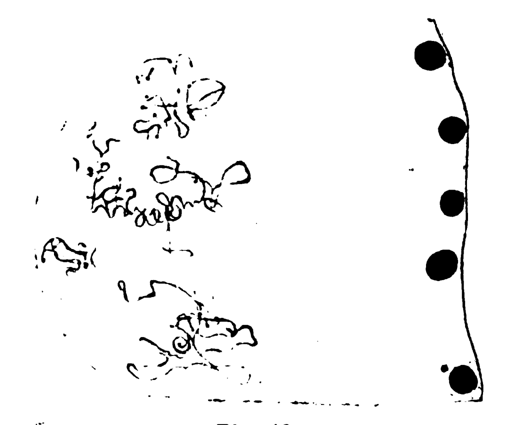


Fig 19.
Theil des Keimbläschens eines 620 μ im mittleren Durchmesser haltenden Eies von Triton taeniatus. Vergr. 630. Nach Born.

Auch der Kern des Samenfadens ist nicht die einheitliche Masse, als die er uns erscheint. Indem der Kern der Samenzelle sich dehnt, zeigen sich zahlreiche, kleine, gewundene Chromatinfäden in ihm, es treten deutlich Nucleolen auf, die Anlagemasse des Mittelstückes differenzirt sich. Dann wird das Chromatingerüst dichter und dichter, bis der Kern schliesslich eine einheitliche Masse zu sein scheint, in der einzelne Elemente zu erkennen für uns nicht mehr möglich ist. Die Abbildungen der Spermatosomen von Salamandra maculosa nach Flemming zeigen dies sehr deutlich. Ganz gleiche Verhältnisse beob-

achtete v. Wiedersperg am Triton, hat sie aber irrthümlich als regressive Metamorphose gedeutet. Da die Grenze für das, was wir Bioid zu nennen haben, für uns immer mit der physischen Möglichkeit, Ge-

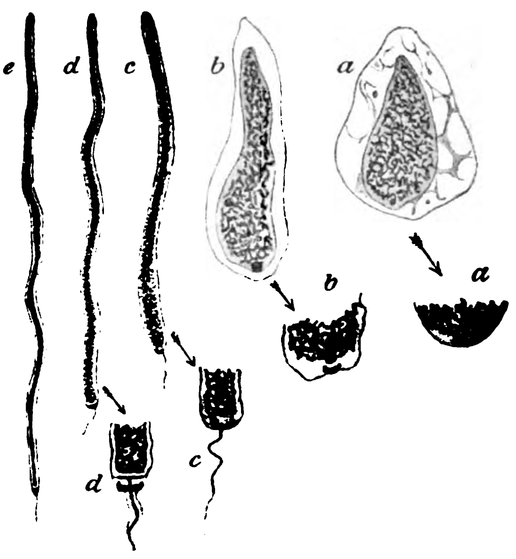


Fig. 20.
Salamandra maculosa. Reihenfolge der Entwickelungsformen der Spermatosomen. Die Stücke auf welche die Pfeile zeigen sind vergrösserte Darstellungen der unteren Abschnitte der oberen Reihe. Die letzten Stadien bis zur vollständigen Entwickelung der Form sind fortgelassen. Nach Flemming.

formtes von Umgeformtem zu unterscheiden, zusammenfällt, ist der ganze Kopf des Spermatozoon für uns das Bioid, also gleich dem Kern der männlichen Samenzelle.

Wir sehen, wie die Chromatinsubstanzen der väterlichen Fortpflanzungszelle in gleicher Art wie die der mütterlichen recht complicirte Gebilde sind, die aber zur Zeit ihrer Copulation eine nur sehr wenig voluminöse Masse vorstellen, in der einzelne Elemente zu erkennen uns nicht mehr möglich ist. Dass aber diese Masse wirklich homogen ist, dürfte wohl geleugnet werden. Gegen diese Homogenität spricht sehr energisch die unzweifelhafte Abneigung zu confluiren, welche die Substanzen, aus denen der Kern besteht, deutlich zeigen, so lange man sie überhaupt isolirt zu erkennen vermag. Wir müssen wohl die Chromatinsubstanzen der väterlichen Fortpflanzungszellen, wie die der mütterlichen, für aus einzelnen Bildungen bestehend halten, die nur so dicht aneinander gelagert sind, dass wir sie nicht mehr getrennt zu sehen vermögen.

Strasburger schreibt für die Pflanzenzellen: „Das Nucleoplasma bildet einen einzigen, in sich ohne Ende zurücklaufenden, dünneren oder dickeren Faden. Dieses lässt sich für einzelne Objecte sicher nach-

weisen, wird durch die Beobachtung an anderen gestützt; für die meisten Fälle lässt es sich nur nach Analogie erschliessen.“ Da nach ihm der Kernfaden noch aus zwei Substanzen, einer hyalinen, dem Nucleohyaloplasma und einer körnigen, der Nucleomikrosomensubstanz zusammengesetzt ist, also ausser einer recht complicirten äusseren Form noch Innenformen enthält, so werden wir kein Recht haben, anzunehmen, dass jemals die Kerne zweier Pflanzenzellen absolut gleich sind. Beifolgende Abbildungen nach STRASBURGER werden das bestätigen und begreiflich machen.



Fig. 21. Fadenknäuel aus einem Kern im Wandbeleg von Fritillaria imperialis. Nach STRASBURGER.



Fig. 22. Fadenknäuel aus einem Kern im Wandbeleg von Lilium martagon. Nach STRASBURGER.



Fig. 23. Fadenknäuel aus jung. Endosperm von Fritillaria imperialis. Nach STRASBURGER.



Fig. 24. Kernfaden aus d. Wandbeleg des Embryosackes von Galanthus nivalis. Nach STRASBURGER.



Fig. 25. Zellkern mit Fadenknäuel aus dem Wandbeleg des Embryosackes von Dictamnus albus. N. STRASBURGER.

Schickt sich der Kern der Pflanzenzelle zur Theilung an, so rollt sich der Kernfaden, wie STRASBURGER eingehend beschreibt, drahtfederartig oder zickzackförmig ein. Er wird kürzer, dicker, nimmt die Nucleolen auf und besteht dann aus abwechselnd dichteren und weniger dichten Scheiben. Der Faden segmentirt sich entweder jetzt oder erst später, nachdem die Windungen in der Richtung der späteren Kernspindel gestreckt sind resp. sonst in irgend einer Art die Kernplatte gebildet ist. Alle diese Formen, wie auch alle weiteren, müssen nothwendigerweise von den primären Formen des Fadens abhängen, weil wir einerseits die bildenden Kräfte stets als die gleichen ansehen müssen, andrerseits es niemals zur Auflösung des Fadens kommt.

Es kann hier auf die ganzen Vorgänge nicht genauer eingegangen werden, nur wird das Schicksal des getrennten Kernfadens in den zwei neu gebildeten Zellen noch kurz zu berühren sein. Die Fadenstücke verschmelzen mit ihren Enden wieder zu einem in sich geschlossenen Faden, der sich leicht contrahirt. Dann weichen die Windungen auseinander, die Substanz wird feinkörnig, der Faden verdünnt und verlängert sich bedeutend, indem er sich vielfach windet. Die Nucleoli treten aus ihm aus. Der Faden wird immer dünner, länger und gewundener und schliesslich so fein, dass er im Kern als ein Netz imponirt. Dieses Netz werden wir in seinen Formen als durchaus abhängig von dem ursprünglichen Faden ansehen müssen. Indem dieses Netz, der ganz feine Faden, bei Be-

ginn der Theilung sich contrahirt, also in seiner Form wieder bestimmt ist, wird die Uebertragung der Form des ersten Gliedes durch das zweite auf das dritte gesichert.

Wenn R. Hertwig für das Chromatin im Kern annimmt, dasselbe besässe, sobald es „in die Erscheinung tritt", die Anordnung in Chromosomen, man könne daher diesem in Uebereinstimmung mit Rabl, Boveri, Rückert eine Individualität zusprechen, so ist rücksichtlich der Individualität zuzustimmen. Die Einschränkung aber, die Hertwig mit den Worten macht „sowie es in die Erscheinung tritt", ist anatomisch wohl gerechtfertigt, nicht aber physiologisch. Der Autor selbst schliesst sich ja den Ansichten von Born und Rückert an, nach der die Chromosome stets vorhanden, nur zeitweise sehr schwer färbbar sind. Er meint, das Chromatin sei in feinste Körnchen zerstäubt: „Die Verschiebung der chromatischen Elemente erfolgt auf den Bahnen, welche durch das achromatische Reticulum gegeben sind."

Sollte die hier entwickelte Ansicht, nach der in der Form der Chromatinmasse der Grund für die Erscheinungen der Vererbung zu suchen ist, etwa durch den Einwand eine Anfechtung erleiden, es finde sich bei der ersten Reifungstheilung im Thier- und Pflanzenreich das Chromatin nicht als Schleifen, Netze, Windungen, sondern als kurze Stäbchen, Kreuzchen, Ringe, doppelte, dreifache etc. Kugeln, Haken, so sei erwidert, dass einmal hier auf die Form nur in so fern Werth gelegt wird, als überhaupt stets eine Form da ist, und dass zweitens die Form der Kreuze, Ringe, Haken etc., da sie durchaus individuell, ungemein verschieden ist, nothwendigerweise zur Form der Schleifen in directer Beziehung steht. Wer sich über die Formen der Chromatinmasse bei der ersten Reifungstheilung unterrichten will, sei u. A. verwiesen auf die Abbildungen von Bolles Lee zum Aufsatz „Les cinèses spermatogénétiques chez l'helix pomatia" in La cellule 1897, von Häcker „Ueber vorbereitende Theilungsvorgänge bei Thieren und Pflanzen" für Pteris (Calkins), Hemerocallis (Juel) und Prostheceraeus (Klinckowström) in den Verhandlungen der deutschen zoologischen Gesellschaft 1898.

Es dürften die Chromatinfäden selbst als die Erbmasse, das Idioplasma, Keimplasma Nägeli's, O. Hertwig's, Strasburger's, Weismann's zu betrachten sein.

Ist bei Ascaris megalocephala der Samenkörper in das Ei eingedrungen, so wandelt sich das Chromatin des Eikerns wie des Samenkerns zu einem gewundenen Faden um, der sich in die beiden Kernsegmente theilt. Wiederum ist es undenkbar, dass jemals zwei solcher Kernsegmente vorkommen, die sich mathematisch gleichen. In Folge davon können auch die Kernsegmente der ersten Theilspindel, da sie zur Hälfte aus dem Samen-, zur Hälfte aus dem Eikern stammen, sich nicht gleichen.

Ganz ähnlich scheinen die Befruchtungsvorgänge innerhalb des Eies im ganzen Thier- und Pflanzenreich zu sein. Ob sich die Kernsegmente aus einem Furchungskern oder aus dem Ei- und Samenkern bilden, ist für die weitere Entwickelung irrelevant. Eikern und Samenkern wie Furchungskern zeigen ganz deutlich ein Netzwerk und scheinbar in dessen Schnittpunkten Körner.

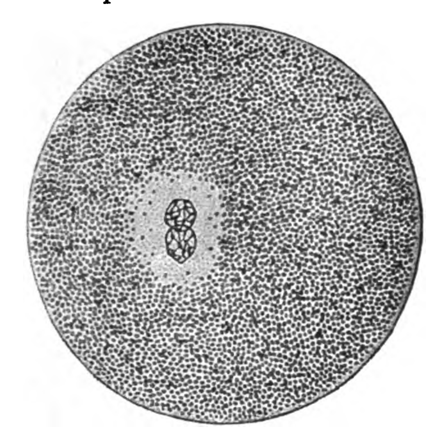


Fig. 26.
Befruchtetes Ei von Amphioxus. Eikern und Samenkern haben sich an einander gelegt. Nach Sobotta.

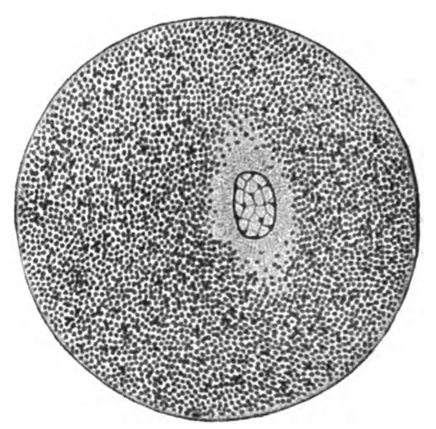


Fig. 27.
Befruchtetes Ei von Amphionus. Eikern und Samenkern sind zum Furchungskern verschmolzen. Nach Sobotta.

Wir sind mit unseren Bioiden gut daran, indem wir als solche nur ansprechen, was wir geformt sehen. Deshalb sind nicht die Gemmulae Darwin's oder wie sie de Vries nennt, die Pangenen, nicht Nägeli's Idioplasmatheilchen oder Micellgruppen, nicht die Stirps Galton's, nicht die Plastidulen Haeckel's, nicht die Biophoren Weismann's, nicht die Idioblasten O. Hertwig's, nicht die Biogene Verworn's, nicht die physiologischen Einheiten Spencer's, nicht die Plasome Wiesner's identisch mit den Bioiden. Jene gesammten Körper sind durchaus hypothetischer Natur, übrigens unter einander nicht identisch. Die Micellen sind anatomische Einheiten, die gemmulae und stirps ihnen ähnlich, die Spencer'schen Einheiten betonen das Physiologische; ihnen ähneln bis gleichen die Einheiten der späteren Autoren. Dabei zerlegen manche Autoren ihre Einheiten noch weiter. So sieht Nägeli in den Micellen noch ein physiologisches Idioplasma, während umgekehrt Weismann seine Biophoren zu Determinanten und diese zu Iden zusammenordnet, das Id also, diese oberste hypothetische Einheit mittelst zwei weiterer Hypothesen construirt ist. Alle diese Einheiten verdanken ihre Entstehung dem Bedürfniss, die Vorgänge der Vererbung eingehender erklären zu wollen, als dies die alten Theorieen von der Evolution und der Epigenese gestatten. Jene führt, logisch durchgeführt, zu der ungeheuerlichen Forderung, dass der

Ahne die Keime sämmtlicher Nachkommen in sich trage, diese lehrt, dass aus unorganisirtem Material sich die Organismen, und zwar jedes Mal ganz bestimmte Organismen, bildeten. Die letztere Annahme beruht auf falschen Voraussetzungen, da der väterliche und der mütterliche Beitrag zu dem neu entstehenden Organismus eine Zelle, genauer der Kern einer solchen ist. Diesen Kern aber sehen wir aus geformten und ungeformten Bestandtheilen zusammengesetzt.

Die Micellgruppen, Pangenen, Gemmulae etc. der neueren Forscher sind in letzter Instanz immer etwas Stoffliches. O. Hertwig definirt seine Idioblasten folgendermaassen: „Die hypothetischen Idioblasten sind die kleinsten Stofftheilchen, in welche sich die Erbmasse oder das Idioplasma zerlegen lässt und welche in ihm in grosser Zahl und verschiedener Qualität enthalten sind. Sie sind je nach ihrer verschiedenen stofflichen Natur die Träger besonderer Eigenschaften und rufen durch directe Wirkung oder durch verschiedenartig combinirtes Zusammenwirken die unzähligen morphologischen und physiologischen Merkmale hervor, welche wir an der Organismenwelt wahrnehmen. Sie lassen sich, um mich zweier Bilder zu bedienen, einmal den Buchstaben des Alphabets vergleichen, die gering an Zahl, doch durch ihre verschiedene Combination Wörter und durch Combination von Wörtern wieder Sätze von verschiedenartigstem Sinne bilden. Oder sie sind den Tönen vergleichbar, durch deren zeitliche Aufeinanderfolge und gleichzeitige Combination sich unendliche Harmonieen erzeugen lassen.“

Die Kernbioiden dürften die Körper sein, deren Formen allein für die Vererbung in Betracht kommen. Indem diese Formen unter sehr verschiedenen äusseren Bedingungen stehen, ist niemals auf zwei gleiche Formen zu rechnen. Man könnte sagen: die geformten Kernmassen stehen unter gleichen äusseren Bedingungen, sonst wären es keine Nucleine. Chemisch sind sie wohl ziemlich gleich, aber die Form, in der sie auftreten, wird vor Allem weiter beeinflusst von der Art, wie zu ihnen die benachbarten Formelemente liegen. Und diese örtlichen Beziehungen werden wir wohl kaum an zwei Punkten je gleich finden, ganz abgesehen davon, dass sie keine feststehenden sein dürften, schon deswegen nicht, weil die Bioiden selbst in ihrer Form dauernden Wandlungen unterliegen, eine Consequenz der dauernden Bewegungen in ihnen. Ebenso wenig wie es zwei mathematisch gleiche Zellen giebt, giebt es zwei mathematisch gleiche Bioiden.

Nach Bouin besteht die erste Anlage des Eierstockes beim Frosch in einer dreieckigen Zellenmasse, deren eine Spitze in die radix mesenterii sich fortsetzt. Diese Anlage wird platter, in der Mitte dünner, an den Enden rechts und links vom Mesenterium stärker. Indem sich die Mitte weiter verdünnt, ähnelt das Ganze zwei Birnen, die mit ihren Stielen zusammenhängen, mit den Körpern einander abgewandt sind.

Welch grosse Anzahl von Kräften wirken schon auf die erste Anlage des Ovarium formend, richtend, sondernd ein! Ist es denkbar, dass die Bilanz aus diesen Kräften jemals die gleiche sei? Es wäre eine Thorheit, wollte man zwei mathematisch gleiche Ovarien suchen. In ungleichen Ovarien also entstehen und wachsen die Eier.

Die Keimepithelzelle des Eierstockes beim Säugethier theilt sich. Die dem Organ zunächst liegende von den beiden Zellen wird zum Primordialei. Dieses theilt sich eventuell noch einmal. Dann rückt es weiter in das Ovarialstroma hinein, wird von Epithelzellen und Bindegewebe umschlossen und so von den Nachbareiern getrennt. Epithelzellen und Bindegewebe wachsen stark, es tritt der Liquor folliculi auf, die Theca folliculi, der Cumulus oophorus; die Epithelzellen dicht um's Ei stellen sich mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Oberfläche des Eies. Diese ganzen Vorgänge finden bis auf die Theilung ausserhalb des Eies statt. Sie müssen bei der directen Nachbarschaft des Eies nothwendigerweise auf dieses mechanisch wirken. Ihrer Wirkung werden sich die Bioiden des Keimbläschens nicht entziehen können. Sie wird in ihrer Form zum Ausdruck kommen. Bei dieser grossen Zahl von äusseren Einwirkungen, ihrer nicht immer absolut als gleich anzunehmenden Intensität und Wirkungsdauer werden wir schon aus rein mechanischen Gründen in zwei Eiern desselben Eierstockes nicht absolut gleiche Bioiden erwarten können. Wenn dies schon nicht in demselben Eierstock der Fall ist, um wie viel weniger in verschiedenen Eierstöcken oder erst den Eierstöcken verschiedener Individuen oder gar verschiedener Arten! Die Bioiden zweier Keimbläschen von demselben Kaninchen müssen in vielen Einzelheiten verschieden sein, im Allgemeinen aber müssen sie sich gleichen, denn im Allgemeinen walten im Ovarium des einen Kaninchens dieselben Kräfte wie im Ovarium des anderen. Alle Kaninchen haben im Allgemeinen gleiche Temperatur, gleichen Blutdruck, gleiches Plasma etc. etc., in Folge davon gleiche Verhältnisse im Ovarium, aber absolut gleich sind die Verhältnisse nicht. Deshalb werden die Bioiden im Keimbläschen von Kaninchen sich gleichen, aber nicht absolut gleich sein.

Sehr verschieden von den Bioiden im Keimbläschen des Kaninchens müssen die Bioiden im Keimbläschen irgend eines Fisches, eines Wurmes, eines Vogels sein. Eine Beweisführung dürfte sich erübrigen.

Dieselben Verhältnisse, die zu differenten Bildungen der Bioiden im Keimbläschen führen, sind mutatis mutandis Ursache verschiedener Bildung der Bioiden im Spermakopf.

Die Bioiden im Keimbläschen eines jeden Kanincheneies und im Kopfe eines jeden Kaninchenspermatozoon sind also in einer Art geformt, die eigen ist 1. allen Kaninchen, 2. dem Kaninchen, das dieses Ei resp. diesen Spermatozoon producirt hat, 3. diesem Ei resp. diesem Spermatozoonkopf.

Die Erwartung, es müssten die Bioiden in den Keimbläschen aller Kaninchen und ebenso die Bioiden in den Keimbläschen desselben Kaninchens gemeinsame Züge aufweisen, ist vollständig berechtigt, nur darf man nicht vergessen, dass einmal die Keimbläschenbioiden dauerndem Wechsel unterworfen sind, der in ihren Formen zum Ausdruck kommt, ferner dass es sich hier um mehr und weniger feine Strichelchen, Häkchen, Schleifen handelt, und schliesslich dass es zu Zeiten z. B. im Ovarialei von Triton taeniatus zu einer scheinbaren Auflösung der Chromatinfäden kommt, indem statt ihrer entweder ein zottiger Besatz, der sie früher begleitete, das Bild beherrscht oder indem sie als sehr feine, leichte Wolken den Kern durchziehen.

Man muss die Chromatinfäden als aus einer festeren Masse bestehend ansehen. Dass sie nicht aus einer Masse einheitlich zusammengesetzt sind, ist sicher. Das Chromatin für eine fliessende Substanz zu halten, wie Eismond es thut, geht nicht an oder man muss ausreichend erklären, wodurch diese Masse die ihr eigenthümlichen Bahnen behält, nicht confluirt, sich der Länge nach spaltet. Die Beweisführung Eismond's kann als ausreichend nicht gelten, da sie nicht überzeugt, weshalb im achromatischen Kerngerüst das Chromatin in typischen Formen fliessen soll und die drei Gründe Eismond's für die Längsspaltung als vorübergehende Eigenthümlichkeit nicht stichhaltig sind, wie dies Meves des genaueren ausgeführt hat.

Weder wachsen die Bioiden des Keimbläschens erheblich, bis über die eigene Grenze hinaus, noch die Bioiden des Spermatozoonkerns. Sie überschreiten beide wachsend die eigene Grenze nur, wenn sie nah aneinander liegen. Sie nähern sich im Ei, sie verschmelzen aber nicht. Denn die Kernsegmente der ersten Theilspindel stammen zur Hälfte vom Ei-, zur Hälfte vom Samenkern. Nach den allgemeinen Gesetzen der Kerntheilung ist es sicher, dass jede Zelle, die aus dem Furchungskern stammt, zur Hälfte männliches, zur Hälfte weibliches Kernbioidenmaterial enthält. Da im Eikern und im Samenkern und in Folge davon im Furchungskern die geformten Elemente in ganz allein diesem Ei und und diesem Spermatozoon eigener Art geformt und gelagert waren, so müssen in dem wachsenden Furchungskern wieder die geformten Elemente in eigener, durch die frühere Form und Lagerung im Eikern und Samenkern bedingter Art geformt und gelagert werden. Diese Consequenz wäre nicht nothwendig, würden die vom Vater und von der Mutter für das Kind beigesteuerten Massen verschmelzen. Da es zu einer Verschmelzung nicht kommt, sondern die väterliche und mütterliche Erbmasse in jeder Zelle des kindlichen Individuums gesondert bestehen bleiben, so ist die Wirkung der Erbmasse auf einander offenbar nur eine intensive gegenseitige Beeinflussung, die naturgemäss durch die Form der einzelnen Erbmasse, dadurch der Form der Erbmassen im Furchungskern, dadurch der Form in jeder Furchungszelle, schliesslich in jeder

Zelle und somit im Ganzen in Erscheinung treten muss. Deshalb ist es verständlich und nothwendig, wenn die Erbmassen, in x quantitativ gleiche Theile getheilt und unter passende Verhältnisse gebracht, x ganze Embryonen von je $\frac{1}{x}$ Erbmasse hervorbringen, wie es das Experiment lehrt. Deshalb produciren die beiden ersten Furchungskugeln, von einander separirt, je einen ganzen Embryo von halber Grösse. Dass in späteren Stadien der Entwickelung, wenn schon 16 oder 32 oder noch mehr Furchungskugeln vorhanden sind, nicht mehr jede, isolirt, einen ganzen Embryo schafft, liegt an der Verschiedenheit ihrer Lage zu einander und zur Aussenwelt, durch welche ihre gegenseitige Beeinflussung und ihre übrige Abhängigkeit von der Aussenwelt bereits eine zu verschieden grosse geworden ist. Da aber Form und Function jeder Zelle die Kräfte bestimmen, die von aussen auf sie wirken, können diese Zellen nicht mehr gleich sein. Ihre Aussenwelt hat sie differenzirt.

Damit keine Unklarheit herrsche, sei es gestattet, mich eines Schemas zu bedienen. Angenommen, die väterliche Erbmasse der Art hätte beifolgende einfache Grundform (und die mütterliche folgende ? . Sobald die beiden Massen im Furchungskern zusammentreffen, beeinflussen sie sich intensiv, ohne zu verschmelzen. Daraus resultirt eine gegenseitige Aenderung ihrer Form. Sie sehen jetzt beisammen so aus:) . Wenn man entweder von den ursprünglich getrennten Erbmassen oder diesen im Furchungskern vereinten $^1/_2$, $^1/_3$ oder $^1/_4$ etc. aber zum Ganzen gleiche Theile fortnimmt, also etwa von der ursprünglichen väterlichen Masse so viel (wie die Klammer andeutet, und quantitativ zum Ganzen gleich viel von der mütterlichen aus irgend einer beliebigen Stelle derselben ? oder so viel aus der Furchungskernmasse:) , so muss, weil die Massen sich wieder absolut gleich beeinflussen, ein ganzer Embryo von $^1/_2$, $^1/_3$ oder $^1/_4$ etc. Grösse des normalen entstehen, also so:). Die Theilungsvorgänge in der Natur

sorgen für absolut gleiche Theilung der Massen. Deshalb produciren die ersten Furchungskugeln ganze Embryonen von $^1/_2$, $^1/_4$ etc. Grösse des normalen.

Die Art bestimmt die Grundform der Erbmasse. Jedes Individuum hat eine specielle Form der Erbmasse. Die Artform war so: (resp: so: ?, die specielle Form der Chromatinmassen im Spermatozoonkopf eines Individuums dieser Art sei so: , die der Chromatinmassen im Eikern so: . Daraus folgt, dass neben der typischen gegenseitigen Bewirkung, die durch die Form der Arterbmasse gegeben ist, noch eine specielle durch die Form der Erbmasse des Individuums bedingt wird. Man kann dieses Resultat erwarten: . Welch unendliche Verschiedenheit der Individuen bei Gleichheit der Art wird so erklärbar!

Die Beeinflussung der Erbmassen aufeinander ohne Verschmelzung ist als Thatsache hinzunehmen, da es nachgewiesen ist, dass eine Verschmelzung nicht stattfindet. Wenn zwei verschiedene Massen — verschieden müssen sie wohl schliesslich nach ihrer differenten Herkunft sein — auf so engem Raum, wie der Furchungskern es ist, zusammen leben, so ist eine gegenseitige intensive Beeinflussung wohl als thatsächlich anzusprechen. Wir haben also zwischen den beiden Erbmassen eine manifeste Erscheinung, die wir für ihre Stoffe, die lebendige Substanz, anzunehmen gezwungen waren. Wir mussten auch diese als aus zwei Substanzen bestehend ansehen, die sich gegenseitig aufs Innigste beeinflussen. Die Annahme, dass zwei Substanzen sich gegenseitig in ihrer Form beeinflussen, ist als gesichert anzusehen. Es dürfte sogar als zweifellos gelten, dass stets, wenn zwei Substanzen auf engem Raum zusammentreffen, eine gegenseitige Beeinflussung ihrer Form stattfindet. Nur so lassen sich bei Annahme der Existenz von Stoffen in letzter Instanz die abweichenden Volumina physikalischer Gemenge von der Volumenssumme ihrer Constituenten, nur so das Freiwerden der Ionen, nur so schliesslich alle chemischen Erscheinungen erklären. Wenn zwei gleiche Stoffe zusammentreffen, beeinflussen sie bei gleichen äusseren

Verhältnissen ihre Form stets in gleicher Art, weil alle Vorgänge in der Natur von denselben Kräften abhängen und deshalb gesetzmässig sind. Deshalb kann der Furchungskern des Froscheies, wenn die äusseren Verhältnisse sein Wachsen überhaupt gestatten, nur zum Froschembryo auswachsen. Der Grund dafür ist nicht der Kern des Froscheies und nicht der Kopf des Froschspermas, sondern der Einfluss, den der Spermakopf auf den Eikern und dieser auf jenen ausübt.

Der kindliche Organismus muss deutlich Züge des mütterlichen und des väterlichen aufweisen, da mütterliche und väterliche Erbmasse seine Form bestimmen. Dass der kindliche Organismus je nur dem mütterlichen oder nur dem väterlichen gleicht, ist ausgeschlossen, da das Wachsthum der vom Vater stammenden Formen die von der Mutter beigesteuerten beeinflusst und umgekehrt. Dass zwei von demselben Vater und derselben Mutter stammende kindliche Organismen sich absolut gleichen, ist ausgeschlossen, weil weder je der mütterliche Organismus zwei mathematisch gleiche Eier, noch der väterliche zwei mathematisch gleiche Spermatozoen producirt. Der kindliche Organismus muss neben den mütterlichen und väterlichen Zügen auch eigene aufweisen, da am Orte seiner Geburt Kräfte walten, deren Gesammtresultat nur diesem Orte ganz allein eigenthümlich ist.

Nägeli stellt sich von seinem Idioplasma vor, es sei strangförmig gebaut und durch den ganzen Organismus ausgespannt. In den einzelnen Zellen nehme es verschiedene Gestalt an und der häufig netzförmigen Anordnung des Plasmas in Pflanzenzellen liege wahrscheinlich das Idioplasmanetz zu Grunde. Wir meinen: Jede Zelle des Nachkommen muss Erbmasse enthalten; dies ergiebt sich aus der Zelltheilung; die Masse aber ist bei der Vererbungsfrage Nebensache, Hauptsache ist die Form; diese ergiebt sich im Nachkommen als Consequenz des Zusammenlebens des väterlichen und mütterlichen Chromatinfadens innerhalb eines Kerns. Statt des im ganzen Organismus ausgespannten Idioplasmanetzes Nägeli's wird also hier angenommen, dass jede einzelne Zelle eines Organismus in der Form ihres Chromatins etwas Gemeinsames haben muss, weil eben jede einzelne Zelle von einer gemeinsamen Form abstammt und unter im Allgemeinen gleichen äusseren Verhältnissen gebildet wurde. Die speciellen Verhältnisse erst des Ortes, an dem die Zelle lebt, bildet ihre Art aus, differenzirt sie. Das Gemeinsame der Zellen erklärt die Harmonie jedes Organismus als Ganzes. Das Gemeinsame ist nicht etwa eine gleiche oder ähnliche Form des Chromatins in allen Zellen, sondern das Gemeinsame besteht darin, dass die Chromatinformen des Furchungskerns auf jede Keimzelle, und die Chromatinformen jeder Keimzelle auf ihre Theilzelle, und jede Keimzelle wieder auf ihre Nachbarzelle eingewirkt, und schliesslich

alle Zellen des Embryos im Allgemeinen unter gleichen äusseren Verhältnissen gestanden haben. Bei vollständiger morphologischer Ungleichheit der Chromatinformen zweier Zellen desselben Organismus müssen diese Formen dennoch in ganz bestimmten Beziehungen zueinander stehen. Es sei das etwas kühne Bild gestattet: Jede Zelle eines Organismus muss Prägung aller anderen Zellen sein.

Weismann stellt sich vor, die Keimzellen und Körperzellen seien als gesondert zu betrachten und bei der ontogenetischen Entwickelung gehe stets etwas unverändertes Keimplasma auf das neue Individuum über. In streng logischer Consequenz kommt so einer der letzten und besten wissenschaftlichen Vertreter des Darwinismus zur Theorie von der Continuität des Keimplasmas, der Variabilität der Keimesanlage durch Ernährungseinflüsse und Nichtvererbbarkeit erworbener Eigenschaften. Man kann sich mit diesen Anschauungen schwer befreunden. Keimzellen und Körperzellen voneinander als mehr oder weniger unabhängig zu betrachten, ist eine kühne Hypothese, weil es eine Voraussetzung verlangt, die nicht zugestanden werden kann, die Voraussetzung, es sei denkbar, dass in einem Organismus grosse Organe von allen übrigen Organen unbeeinflusst sein können. Sind die Organe, welche die Geschlechtszellen produciren, nicht unbeeinflusst von allen übrigen Organen, so sind es auch die Geschlechtszellen nicht. Da diese aber nur die Träger des Keimplasmas sein können, muss auch das Keimplasma von der Gesammtheit der Zellen im Körper beeinflusst werden, oder es ist ein Ding, das jedem Einfluss unzugänglich ist. Das ist aber nicht Weismann's Ansicht. Denn er hält eine Beeinflussung des Keimplasmas durch äussere Umstände in gewissem Umfange für möglich. Giebt man dies überhaupt zu, so sind alle Gründe, die gegen die Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften vorgebracht wurden, hinfällig. Es sind auch in der Litteratur von Darwin bis jetzt zahlreiche unanfechtbare Fälle von derartiger Vererbung zu finden.

Nicht jeder beliebige Spermatozoonkern copulirt sich mit jedem beliebigen Samenbläschen, nicht jede Copulation wächst zu einem neuen Individuum aus. Die beiden Geschlechtszellen dürfen weder von zu nahen Verwandten, noch von sich allzu fremden Organismen abstammen. Zu nahe Verwandte sind directe oder indirecte Abkömmlinge derselben mütterlichen Zelle, sich zu fremde Organismen Abkömmlinge verschiedener Arten. Dies sind Thatsachen, die auf Erfahrung beruhen und die das Experiment bestätigt hat. Die Grenzen für die Verwandtschaft bezüglich ihrer Nähe oder Ferne sind sehr flüssige, wie die schönen Versuche über Bastardirung von O. u. R. Hertwig, Seeliger, Marion, Köhler, Pflüger, Boveri, Born, Appellöf, Driesch und die Berichte von Strasburger, Maupas u. A. lehren.

Die Bioiden der Geschlechtszellen üben einen Reiz aufeinander aus. Dies beweist ihre Anziehung. Die in einem Kern vereinten

Bioiden leiden Hunger, weil die Oberfläche der Zelle sich nicht vergrössert hat. Folge des Hungers der Kernmassen ist Wachsthum, Theilung der Zelle. Anziehung zwischen den Kernbioiden von Geschlechtszellen naher Verwandter ist zu gering, weil sich die Zellen zu ähnlich sind. Vielleicht ziehen sie sich gar nicht an, vielleicht üben sie einen Wachsthumsreiz nicht mehr aus, vielleicht verschmelzen sie, wenn sie sich nähern. Damit hörte dann jeder Reiz auf. Diese Verschmelzung ist nicht unwahrscheinlich, da die Bewegungen in diesen nah verwandten Bioiden in irgend einer Art gleich sein müssen. Die Kernbioiden in den Geschlechtszellen sehr weit entfernter Verwandter können entweder eine Anziehung und einen Reiz überhaupt nicht aufeinander ausüben, weil die Bewegungen in ihren Bioiden, gleichgültig, ob sie chemischer, elektrischer, optischer, thermischer Natur sind, nichts synchronisches (im weitesten Sinne) haben oder sie werden, falls sie sich anziehen, durch die Divergenz ihrer Bewegungen, für welche ihre Form der Ausdruck ist, ein Zusammenleben in einer Zelle aus räumlichen oder irgend welchen anderen Gründen unmöglich machen. Eine Erklärung für die Thatsache, dass sich mitunter Bastarde erzielen lassen, wenn das Sperma der einen Art zu den Eiern der anderen gebracht wird, nicht aber umgekehrt, ist vielleicht in den Mittheilungen DRIESCH's zu finden, nach welchen bei Bastardlarven von Echiniden die Charaktere der väterlichen Species erst bei der Skelettbildung auftreten.

Es vererben sich diejenigen Eigenschaften der Eltern auf die Kinder, die im väterlichen resp. mütterlichen Organismus auf alle Zellen, somit auch auf die Geschlechtszellen, Einfluss geübt haben. Es ist, worauf schon häufig hingewiesen wurde, noch nie ein beschnittener Jude geboren worden, trotzdem Hunderte von Generationen von Juden beschnitten wurden. Grund ist, dass das Fehlen des Präputiums für den Organismus und somit auch für die Geschlechtszelle etwas ganz Irrelevantes ist. Nach EHRLICH's Berichten sind Mäuse von einer abrinfesten Mutter und einem normalen Vater abrinfest, Mäuse von einem abrinfesten Vater und einer normalen Mutter nicht abrinfest. Dass das Abrin auf die gesammten Zellen gewirkt hat, müssen wir annehmen. Die Bioiden des Protoplasmas, die das Nahrungsmaterial verarbeiten, haben sich sämmtlich langsam an das Abrin gewöhnt. Für die Ernährung des Furchungskerns, d. h. des Eikerns + Spermakern kommen aber nur die mütterlichen Protoplasmabioiden in Betracht, die väterlichen nicht, weil erfahrungsgemäss und aus Gründen, die früher entwickelt wurden, das Protoplasma der väterlichen Keimzelle in die mütterliche weder stets eindringt, noch einzudringen braucht. Der neue Organismus wird nur abrinfest sein, wenn die Protoplasmabioiden, die die Ernährung seines Kerns regelten, abrinfest waren.

Erworbene Eigenschaften werden vererbt, sobald sie den ganzen

Organismus und damit die Geschlechtszellen beeinflussen. H. Hoffmann hat durch Aenderung der Ernährung bei Pflanzen den Blüthenbau, die Aufblühzeit und auch theilweise die Structur der Wurzel geändert. Alle drei Aenderungen erwiesen sich als mehr und weniger erblich. Fraglos kommt auch bei Thieren Vererbung erworbener Eigenschaften vor. So sind in der Litteratur Fälle niedergelegt, in denen Hunde, deren Ahnen stets der Schwanz coupirt wurde, zwar nicht ohne, aber mit verstümmeltem Schwanz geboren wurden. Auch für Katzen wird Aehnliches berichtet (Dingfelder, Kollmann, Döderlein im Biol. Centralbl. Bd. 7). Für die Vererbung erworbener Eigenschaften beim Menschen mangelt es auch nicht an Beispielen (cf. Zacharias, Anat. Anzeig. 1888).

Mit Recht wirft H. Spencer in seinem geistvollen Werk „Die Principien der Biologie“ die Frage auf, wie man denn Vererbung geistiger und körperlicher Eigenthümlichkeiten in der menschlichen Race erklären wolle, wenn man nicht die Vererbung erworbener Eigenschaften annimmt. Wenn Haydn Sohn eines Organisten, Hummel eines Kapellmeisters und Weber eines Violinisten war, so sei dies doch kein Zufall (man könnte die Reihe stark verlängern); wenn Schwindsucht, Gicht erworben und von den Nachkommen wieder erworben werden, so sei dies doch kein Zufall; und wie sollte man anders die Thatsache erklären, dass die Nachkommen epileptisch gemachter Meerschweinchen epileptisch sind, als durch die Vererbung erworbener Eigenschaften?

Wie will man die Umzüchtung der Bacterien erklären ohne Vererbung erworbener Eigenschaften? Da man diese hier nothwendig bejahen muss, nimmt Weismann für einzellige Lebewesen die Vererbung erworbener Eigenschaften an. So theilt er die ganze belebte Natur rücksichtlich einer ihrer fundamentalsten Bedingungen in zwei Theile. In welche Schwierigkeiten er dadurch kommt, dafür bieten seine Schriften viele Belege. Kassowitz hat sich der dankenswerthen und lohnenden Mühe unterzogen, sie in seiner „Allgemeine Biologie“ zu sammeln. Die Mühe ist dankenswerth, weil sie als Resultat das warnende Beispiel bringt, wie Jeder, auch ein Kopf von der Bedeutung und mit den Kenntnissen Weismann's scheitert, betrachtet er die Natur anders als einheitlich. Darwin selbst hat übrigens die Vererbung erworbener Eigenschaften angenommen. Er spricht in „Abstammung des Menschen“ von „vererbten Wirkungen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs“.

Wie bei allen Lebensvorgängen Vieles zweckmässig erscheint, so auch bei der Zeugung. Fasst man „zweckmässig“ auf als den „Verhältnissen angepasst“, so muss Alles zweckmässig sein. *Es passt sich nichts den Verhältnissen an, sondern die Kräfte, die am Orte jedweden Lebewesens wirken, formen das Wesen. Daher passen sie an den Ort, sind sie zweckmässig.*

Das Vererbungsproblem als identisch mit dem Regenerationsproblem

zu halten, wie es HAACKE will, geht nicht gut an. Zu dem Begriff der Vererbung gehören zwei Factoren, einmal das Wachsen des Organismus über die eigene Grenze hinaus und dann die physische und psychische Aehnlichkeit der ausserhalb des Organismus wachsenden Theile mit denen des vererbenden. Zu dem Begriff der Regeneration gehören drei Factoren, erstens der Verlust eines Theils, zweitens das Wachsen des Organismus an einem Punkt, drittens die Gleichheit des gewachsenen Theils und des verlorenen. Abgesehen von diesen theoretischen Erwägungen giebt es noch einen praktischen Beweis gegen HAACKE's Anschauung. TORNIER hat von der Ansicht ausgehend, dass schliesslich doch in den Geschlechtsorganen die Träger der Vererbungskräfte zu suchen sind, durch Entfernung der Geschlechtsorgane den Mangel jedes Einflusses derselben auf die regenerativen Processe nachgewiesen.

SACHS fasst die Vererbung als Uebertragung chemischer Verbindungen auf und nimmt logischer Weise, da die morphologischen Charaktere der Eltern sich bis in die feinsten Einzelheiten bei den Kindern wiederfinden, einen specifischen Stoffwechsel jedes einzelnen Organs an. Man muss, da jedes Organ aus Zellen besteht, und die Gleichheit der Organe nur möglich ist bei Gleichheit der Zellen, consequent auch einen specifischen Stoffwechsel jeder Zelle annehmen. In der Fortpflanzungszelle eines vielzelligen Individuums muss sich dann eine Probe einer jeden der Millionen Zellen befinden und diese Proben müssen sich nach Vereinigung der beiden Fortpflanzungszellen wieder auf die Millionen neuer Zellen richtig vertheilen. Wenn man bedenkt, welch hervorragend feine chemische Leistungen jede einzelne Zelle vollbringt, so wird die Möglichkeit, sich Muster von diesen Leistungen aller Zellen eines vielzelligen Individuums in einer Zelle vertreten zu denken, schon für die erste Generation zur Unmöglichkeit.

Auf demselben Gebiete wie die Vorstellung von der Vererbung eines bestimmten Chemismus liegt schliesslich die von der Vererbung einer bestimmten molecularen Bewegung. Ihr typischster Vertreter ist HAECKEL, der die Molecularschwingungen seiner Plastidulen individuell sein lässt. Die Plastidulenschwingungen des Nachkommen seien das Resultat aus den Plastidulenschwingungen der elterlichen Fortpflanzungszelle. DU BOIS-REYMOND hat diese Vorstellung bereits zurückgewiesen, weil sie mit Rücksicht darauf, dass jede Zelle vielzelliger Individuen eine der entsprechenden Zellen der Ahnen gleiche Molecularbewegung haben müsste, unfassbar und unbegreiflich ist. Wie viel solcher Bewegungsformen soll denn die Eizelle beherbergen? Sie giebt doch Millionen von Zellen im Metazoon eine typische und jeder eine besondere Bewegung.

Die Frage der erbungleichen Theilung im Sinne WEISMANN's, d. h. eine Trennung der Anlagen schon in den ersten zwei Furchungskugeln,

soll hier nicht weiter berührt werden. Dass sie sich mit den hier vorgetragenen Anschauungen nicht vereinigen lässt, liegt auf der Hand.

J. Reinke fasst die Vererbung als eine Form von Kraftübertragung auf und schreibt: „Weil aber die Vererbung eine Kraftübertragung ist, kann sie selbst keine Kraft sein und keine entsprechende Wirkung ausüben . . .“ Dem ist beizustimmen, weil, wo auch immer in der Welt zwei Stoffe in Beziehung treten, sie Kräfte übertragen. Jeder Stoff hat Kräfte, die ihm mitgetheilt sind. Einfacher Beweis dafür ist: Zieht man von einem Stoff die Kräfte ab, so fehlt uns jede Vorstellung, was Stoff ist. Es ist z. B. ein Körper, auf den die Anziehungskraft anderer Körper nicht wirkt, undenkbar. Die Anziehungskraft anderer Körper nennen wir an dem Körper, an dem sie in Erscheinung tritt, Schwerkraft oder Schwere. Alle Stoffe sind Vermittler von Kräften. Nur so, als reciprokes System, ist die Welt zu begreifen. Primär aber wirkt kein Körper, weil jeder Körper unter der Wirkung einer ganzen Anzahl von Kräften steht, nur ein Ausdruck dieser Kräfte ist. Die Kräfte, die ein Stoff vermittelt, spricht man eben ihm als eigen zu und nennt sie „Eigenschaften“, bei der Keimzelle aber leider „Anlagen“, weil man sich von dem aprioristischen Unterschied zwischen lebendiger und lebloser Substanz nun einmal nicht frei machen kann oder will. Die dynamische Vererbungstheorie J. Reinke's steht, frei von den „Anlagen“ betrachtet, mit denen der Kieler Botaniker aber arbeitet, den hier vorgetragenen Anschauungen nah. Wenn es, auch abgesehen von den Anlagen, schwer fällt, ihm weiter zu folgen, so hindert daran seine auf die Lehren Lotze's von den Kräften zweiter Hand aufgebaute Dominantenlehre. Lotze lehrt, es müssten noch Kräfte richtend auf die Energie wirken. Bedenkt man, dass nach unseren Erfahrungen, wie es auch Lotze annimmt, nirgends in der Welt nur eine Kraft vorhanden ist, so kann man Alles, was wir als Kraftäusserung sehen, als Bilanz von Kräften betrachten. Daher gehört die Kraftrichtung mit in die Bilanz.

Einen ungemeinen Fortschritt bedeutet gegen alle früheren Theorieen die der Biogenesis O. Hertwig's. Nach ihr lässt sich die Entwickelung nicht begreifen, berücksichtigt man nicht die Kräfte, die auf das Ei wirken: „Der Entwickelungsprocess, um verstanden zu werden, muss vielmehr erfasst werden als ein kleines Stückchen des Naturverlaufs, das will heissen: Das Ei entwickelt sich in unmittelbarstem Zusammenhang, in steter Fühlung mit dem Naturganzen unter Benutzung der es umgebenden Aussenwelt. Stoff und Kraft treten beständig in dasselbe ein und aus. Das Ei ist daher kein mechanisches Kunstwerk, dessen Mechanismus nur in Gang gesetzt zu werden braucht, um dann ruhig in der ihm vorgeschriebenen Weise abzulaufen, sondern ein Organismus, dessen Leben auf jeder Stufe der Entwickelung und zu jeder Zeit auf seinem beständigen Verkehr mit der Aussenwelt beruht.“ Wie stark

diese Theorie vorliegende Arbeit beeinflusst hat, beweisen manche Gedanken.

Psychische Eigenschaften vererben sich wie körperliche, weil sie eben körperliche sind. Es braucht sich nur die Lage der Nervenbahnen im centralen und peripheren Nervensystem zu vererben und die Psyche der Nachkommen muss gleich der der Ahnen sein. Die Lage der Nervenbahnen vererbt sich. Dies beweist die gleiche Lage der gröberen Bahnen bei den einzelnen Arten.

Capitel 14.

Zur Entstehung der Geschwülste.

Geschwulst ist eine über das Mass des Physiologischen hinausgehende örtliche Neubildung von Zellen. Neubildung von Zellen muss im Metazoonkörper stets stattfinden, weil Zellen dauernd untergehen, der Körper als Ganzes aber erhalten bleibt. Neubildung von Zellen im Sinne der Theilung kann nur stattfinden, wenn eine Befruchtung vorhergegangen ist. Neubildung von Zellen im Sinne der Verschmelzung, wie bei den Nervenzellen, kann nicht Ursache der Geschwulst sein, weil einerseits bei dieser Art von Zellbildung die Masse des local zunehmenden Zellmaterials abhängig von der producirten Masse von Leukocyten, also dem ganzen Organismus ist, mit diesem daher physiologisch übereinstimmen muss, und weil wir andrerseits bei den Tumoren (Carcinom, Sarcom) Zelltheilung beobachten.

Gegen die Annahme der physiologischen Neubildung von Zellen im Sinne der Theilung könnte der Einwurf erhoben werden, das Metazoon bekäme auf seinen Lebensweg eine ungeheure Anzahl von Reservezellen mit und diese ersetzen wachsend das gebrauchte Material. Dagegen spricht Verschiedenes. Einmal sehen wir, wie der Erfolg jeder Theilung in der Existenz zweier gleich grosser Zellen besteht; die Reductionstheilung und die Ausstossung der Polzellen können wir ausser Acht lassen. Wie also solche schier unmöglich kleinen Reservezellen entstehen sollen, ist unbegreiflich. Dann ist die Thatsache des Ersatzes mehrfach verloren gegangener Theile niederer Organismen unvereinbar mit der Vorstellung der Existenz solcher Reservezellen. Wir müssen Theilung annehmen, wie sie denn auch das Mikroskop an vielzelligen, unter normalen Verhältnissen lebenden Thieren zeigt. Da wir aber mit Ausnahme der Spaltpilze keine Zelle kennen, die sich ohne Befruchtung, sei es eine directe, sei es eine solche im Zeugungskreise, vermehrt und

die den Menschen zusammensetzenden Zellen wohl ausnahmslos um vieles höher organisirt sind als die Spaltpilze, so sind wir zu der Annahme gezwungen, dass auch die im Menschen sich theilenden Zellen befruchtet sind. Diese Befruchtung kann nach der bekannten Theilungsart der Chromosome im Furchungskern nur von diesem noch herstammen. Es trägt der Mensch sein ganzes Leben lang Zellen, von denen jede einzelne Theile des Samen- und Theile des Eikerns, d. h. Theile von Vater und Mutter enthält. Als denkbar nächste Verwandte kann zwischen den Zellen desselben Metazoonkörpers eine Befruchtung nicht stattfinden. Folglich muss, wenn örtliches rapides Wachsthum eintritt, Keimstoff in den Körper von aussen gelangt sein.

Der Gedankengang, dass zur stärkeren Neubildung von Zellen im Metazoon eine neue Befruchtung nothwendig sei, erleidet eine gewisse Einschränkung. Es ist unfraglich, dass durch örtliche, mechanische, thermische, chemische etc. Reize ein Untergang von zelligen Elementen stattfindet und im Anschluss daran eine stärkere örtliche Vermehrung von Zellen als gewöhnlich. Die Thatsache ist unschwer zu erklären. Vom Furchungskern her befruchtet, theilt sich die Zelle, vermehrt somit ihre Oberfläche zu Gunsten des Inhalts, wie wir öfter gesehen haben, sobald ihre Ernährungsverhältnisse schwierig werden. Dies werden sie durch jene Reize und die daraus resultirenden Zerstörungen der normalen örtlichen Lebensbedingungen. Dieses Zellwachsthum wird aber niemals einen irgend wie acuteren Charakter annehmen können. Denn sind durch Restitution die örtlichen Verhältnisse zur Norm oder der Norm ähnlichen zurückgekehrt, so sind auch wieder Bedingungen geschaffen, unter denen die Zelle in gewöhnlicher Weise leben kann. Es fehlt auch der Zelle, die nur nach Reizen sich theilt, das acute Theilungsvermögen, weil zu diesem neue Keimmasse gehören würde, die alte aber aus dem Zeugungskreise herstammende schon zu sehr verdünnt ist. So kann es wohl gelegentlich nach Reizen zur Bildung einer kleinen örtlichen Geschwulst kommen, niemals aber wird sie eine grosse Wachsthumsenergie entfalten können.

Kommt es zu einem nicht aufhaltbaren Wachsthum von Zellen, so sprechen wir von bösartigen Geschwülsten. Der Keimstoff muss in den Körper von aussen gelangt sein. Der biologische Charakter der menschlichen Tumoren macht es unzweifelhaft, dass seine Elemente von Menschen abstammen. Beweis ist die Unübertragbarkeit der Carcinomzelle auf Thiere. *Befruchtete wie befruchtende Zelle muss eine menschliche sein.* Es muss eine Zelle eines menschlichen Individuums in einen Menschen eindringen, damit es zur Befruchtung einer menschlichen Zelle kommt. Das Eindringen einer anderen thierischen oder pflanzlichen Zelle kann eine Befruchtung nicht bewirken. Denn ebenso wenig wie die Zellen desselben Menschen sich befruchten können, weil sie, aus derselben Furchungszelle stammend, zu nah ver-

wandt sind, ist eine Befruchtung einer menschlichen Zelle durch eine andere thierische oder eine pflanzliche anzunehmen, weil sie sich zu fremd sind. Dringt eine andere thierische oder pflanzliche Zelle in den Menschen ein, so kann sie, falls sie befruchtet ist und passende Ernährungsbedingungen findet, wohl sich vermehren, die Fortpflanzung kann auch eine acute sein, niemals aber kann es zu einem Product kommen, das aus vermehrten menschlichen Zellen besteht.

Wird das Carcinom durch Parasiten erregt, so ist nur dreierlei denkbar: 1. der Tumor stellt eine Vielzahl der Parasiten vor. Das ist ein Nonsens, denn der Tumor stellt menschliche Zellen vor. Dies beweist unzweifelhaft das Misslingen aller Uebertragungsversuche des Carcinoms von Mensch auf Thier. 2. Die Parasiten oder ihre Stoffwechselproducte wirken reizend auf die menschliche Zelle und diese vermehren sich. Diese Vermehrung kann nie sehr umfangreich werden, weil sie nur auf einer Reizung, nicht auf neuer Befruchtung basirt. 3. Es kommt zu einer Befruchtung zwischen dem Parasit und der menschlichen Zelle. Gegen diese etwas wilde Annahme spricht der deutlich menschliche Charakter menschlicher Tumorzellen. Wenn sie auch im Einzelnen ihr Aussehen ändern, worauf später einzugehen sein wird, so stellen sie doch keine neue Art Lebewesen vor, keine Individuen, die ihr Leben einer Kreuzung aus menschlichen Zellen und ganz fremden Gebilden verdanken.

Das Carcinom des Menschen kann nur das acute Befruchtungsproduct einer menschlichen Zelle mit einer anderen menschlichen sein und das des Hundes nur der Zelle eines Hundes mit der Zelle eines Hundes. Daher ist Menschencarcinom nicht auf Hund und Hundecarcinom nicht auf Mensch etc. zu übertragen.

Es existiren Speculationen, nach denen die Entstehung des Carcinoms auf „Symbiose“ zurückzuführen sei. Unter „Symbiose“ hat man nach de Bary, der den Begriff festlegte, und dem die späteren Autoren folgten, das gesetzmässige Zusammenleben zweier ungleichartigen Organismen zu verstehen. Die beiden Organismen müssen gegenseitig aufeinander angewiesen sein. Wenn also das Carcinom eine Mehrzahl symbiotischer Organismen vorstellte, etwa wie Pilzfäden und Algenzellen in der Flechte, so müssen zur Entstehung eines Carcinoms beide Arten Organismen in den Körper eindringen, d. h. das Carcinom muss als solches übertragen werden. Mit diesem Schluss können wir einverstanden sein. Einer der symbiotischen Organismen ist unzweifelhaft eine menschliche Zelle, der andere wäre noch nachzuweisen. Eine Nothwendigkeit aber, ihn zur Entstehung des Carcinoms anzunehmen, liegt nicht vor, da das Eindringen einer menschlichen Zelle in einen fremden menschlichen Organismus ätiologisch für die Geschwulst genügt.

Die Neubildungen im Pflanzenreich geben einen Hinweis auf die

Biologie der thierischen Tumoren. Bei den Pflanzen kommen pathologische Neubildungen nur an Theilen vor, die acute Wachsthumsenergie haben wie Sprossen, frische Wurzeln, Blätter, nie wird ihnen solche durch den Parasiten verliehen. Die Cecidien (Gallen), durch schmarotzende Thiere oder Pflanzen hervorgerufene Neubildungen, entstehen nur an noch in Entwickelung begriffenen Pflanzentheilen, niemals an vollkommen ausgewachsenen.

Wenn in den Kreislauf eines Menschen eine fremde menschliche Zelle geräth, so braucht es nicht zur Bildung eines Carcinoms zu kommen. Stösst die Zelle nicht auf eine andere, mit der sie eine Befruchtung eingehen kann, so geht sie unter. Sicher werden nur in gewisser Beziehung gleichartige oder ähnliche Zellen eine Befruchtung eingehen können.

Welcher Art mag die eindringende Zelle sein? Es ist nicht gut anzunehmen, dass Knochen- oder Muskelzellen eines Menschen in einen anderen gelangen. Erinnert man sich des ungemeinen, schon von Cohnheim nachgewiesenen Wanderungsvermögens der Leukocyten, erinnert man sich, dass Arnold an entzündeten serösen Häuten die Wanderung lymphoider Zellen zwischen die Epithelzellen durch beobachtet hat, erinnert man sich vor Allem, dass nach Stöhr unter ganz normalen Verhältnissen Leukocyten aus dem adenoiden Gewebe der Tonsillen, der Balgdrüsen, der solitären Follikel, aus der Schleimhaut der Bronchien durch das Epithel hindurch auf die freie Oberfläche wandern, bedenkt man, dass alle diese Angaben stets bestätigt wurden, so hat die Vorstellung, es könnten Leukocyten aus einem Menschen in die Lymph- oder Blutbahn eines anderen gelangen, keinerlei Schwierigkeit.

Ob ein in ein anderes Individuum der gleichen Art gelangter Leukocyt fähig ist, sich mit einem dort befindlichen zu copuliren und Ahne eines grossen Geschlechts, des Carcinoms, zu werden, oder ob er befruchtend auf andere Zellen wirken kann, und schliesslich, ob überhaupt der Leukocyt das befruchtende Element ist — das Alles steht dahin. Stellt der Leukocyt dieses Element nicht vor, so werden wir in zweiter Reihe an die epithelialen Zellen denken müssen. Durch den Nachschub jüngerer Elemente in dauernd lebhafter Bewegung erhalten, werden die höheren Lagen dauernd vom Körper abgestossen. Gegen die Möglichkeit, dass solche Elemente in fremde Körper eindringen, lässt sich nichts einwenden, wohl aber erregt die Frage Bedenken, ob diese alten Elemente noch Lebensenergie genug haben, um befruchtend zu wirken. Ohne Weiteres leugnen kann man dies nicht.

Unter den Zellen des Carcinoms herrschen die mit bindegewebigem und solche mit epithelialem Charakter vor. Die Bindegewebszelle findet sich überall. Sie repräsentirt also offenbar eine Zellart, die in ihren Ansprüchen an die Lebensbedingungen nicht sehr wählerisch ist und als Consequenz davon die Fähigkeit hat, überall zu gedeihen. Die epithe-

liale Zelle wird durch ihre Lage im Allgemeinen viel mehr Schädlichkeiten ausgesetzt als die unter ihr liegenden Zellmassen. Da sie diese Schädlichkeiten verträgt, muss ihr ein relativ resistenter Charakter zugesprochen werden.

Es ist mehr als fraglich, ob eine Bindegewebszelle rücksichtlich ihres Baues und ihrer Verankerung in einen fremden Blutkreislauf gelangen kann. Daher ist wahrscheinlich die Entstehung des Carcinoms aus Bindegewebszellen zu leugnen. Der Leukocyt aber kann, wie wir wissen, zum fixen Bindegewebskörper werden. Die Epithelzelle hingegen, durch die nachrückenden Zellen dauernd nach der freien Fläche hingeschoben, in ihren oberen Lagen nicht mehr solide miteinander verbunden, von der freien Fläche her irgend einer Reizung, einem Druck ausgesetzt, kann sehr leicht einmal frei werden und in einen fremden Organismus gelangen. Wo sie sich dann conjugirt und theilt, entwickelt sich auch Bindegewebe, weil sich dies eben überall entwickelt. Vermuthlich sind daran die Leukocyten in hervorragendem Masse betheiligt. Wie stark das Bindegewebe wird und welche Formen es annimmt, bestimmen die Verhältnisse am Orte. Zu diesen Verhältnissen am Orte gehört natürlich sehr wesentlich Form und Art der Zelle, die der Carcinomerreger ist.

Der bindegewebige und epitheliale Charakter der Carcinome lässt als befruchtende Keime sowohl den Leukocyten wie auch epitheliale Elemente vermuthen. Vielleicht dass umfangreiche experimentelle Untersuchungen Klarheit bringen können. Ueber die Schwierigkeiten derselben kann man sich nicht täuschen. Aus den Erfahrungen der Bluttransfusionen wissen wir, dass fremdes Blutplasma sehr deletär auf die körperlichen Blutelemente wirkt. Während also im Blute selbst ein Schutz gegen das Eindringen fremder Blutelemente in den Körper liegt, m u s s es Umstände geben, die fremden Zellelementen das Fortleben in einem gleichartigen Individuum, wenn auch nur kurze Zeit — bis zur Copulation —, ermöglichen. Solche Umstände giebt es. Daher lebt ja die Fortpflanzungszelle im fremden Organismus!

Wesentlich anders steht es, wenn die in den Kreislauf gerathende Zelle bereits eine Carcinomzelle ist. Eine solche Möglichkeit ist durchaus nicht zu negiren, da unzweifelhaft Carcinomzellen die Fähigkeit amöboider Bewegung haben, demnach also, wenn sie frei werden, Epitheldecken durchwandern können. Dass sie frei werden, beweisen die Metastasen zur Genüge. Ob die in den fremden Organismus gelangte Carcinomzelle untergeht oder zum Carcinom auswächst, hängt gleichfalls davon ab, unter welche Bedingungen sie geräth. Indem sie aber ein frisch befruchtetes Element selbst vorstellt, ist sie für den Träger ein um vieles gefährlicheres Wesen als eine Zelle, die zum acuten Wachsthum erst der Aufnahme frischen Keimstoffs bedarf.

Ist die eingewanderte Zelle befruchtet, also eine Carcinomzelle, so

wird sie, sesshaft geworden, sich zwischen die vorhandenen Elemente drängen, sie theilweise durch Druck zerstören. Sie selbst wird auch, je nach ihrer Wachsthumsenergie, je nach dem Ort, an den sie gerathen ist, mehr und weniger deutliche Merkmale einer Charakteränderung zeigen. Indem es so zu einer gegenseitigen Beeinflussung des Einwanderers mit seiner Descendenz und der Ortsangehörigen kommt und beide schliesslich als an demselben Orte befindlich unter gleichen Kräften stehen, verlieren beide mehr oder weniger von ihrem Typus. Es kommt zu einem unbestimmten Charakter des Gewebes. Daher die Atypie, die WALDEYER als unerlässliches histologisches Criterium für das Carcinom fordert!

Ist die eingewanderte Zelle nicht frisch befruchtet, also keine Carcinomzelle, so ist die Chance für sie, eine geeignete Copulationszelle zu finden, nicht gar zu gross. Meist wird sie, ehe sie eine solche gefunden hat, im Kreislauf untergehen, weil sie als ausgeprägter Typus nur relativ an wenigen Orten passende Ernährungsbedingungen findet; seltener wird sie Ahne einer neuen Generation von Carcinomen werden. Ist der Einwanderer eine Carcinomzelle, so wird sie, da sie einen unklaren Typ, keinen scharf ausgeprägten Charakter mehr darstellt, an um so mehr Orten Lebensbedingungen finden, je weniger Charakter sie hat. Sie wird diese Bedingungen desto leichter finden, je öfter ihre Ahnen gewandert sind, an je verschiedeneren Orten sie gelebt haben. Deshalb müssen die Fälle von Carcinom, wenn nicht sehr viel für ihre Träger geschieht, im Allgemeinen von Jahr zu Jahr zunehmen.

Diese Ansichten von der Entstehung des Carcinoms lassen dasselbe den Infectionskrankheiten zurechnen, indem es, ganz wie die anderen Infectionskrankheiten, Influenza, Tuberculose, Pest etc., durch Einwanderung einer Zelle entsteht. Die Erreger dieser Krankheiten sind auch vollständige Zellen. Durch ihre Vermehrung kommt das Krankheitsbild zu Stande. Der Grund dafür, dass die Carcinomzelle oder die fremde menschliche Zelle im Gegensatz zu diesen Krankheitserregern sich nicht im Blute kreisend vermehrt, sondern an einem Orte fixirt wird, dürfte in ihrer gegen diese Organismen sehr bedeutenden Grösse zu suchen sein, sowie vor Allem darin, dass das Blut für sie einen günstigen Nährboden nicht darstellt. Sie wird in diesem meist untergehen, dagegen in kleine Lymphbahnen, Gewebsspalten gelangt, am Wendepunkt derselben festgehalten, sich vermehren resp. copuliren.

Im Gegensatz zu anderen Infectionskrankheiten geht das Carcinom, so lange es nicht zerfällt, ohne Fieber einher. Bei der Tuberculose, Pest etc. gelangt eine Zelle in den Organismus, der diesem vollkommen fremd ist. Daher sind ihre Stoffwechselproducte diesem fremd, d. h. ein Gift für ihn. Auf dieses Gift reagirt der Organismus mit Fieber. Die Carcinomzelle stammt auf mehr und weniger weiten Umwegen vom Menschen selbst. Ihre Stoffwechselproducte müssen denen von Zellen, die normaliter im

Menschen vorkommen, ähnlich sein, sind kein Gift für ihn. Deshalb kommt es nicht zu Fiebererscheinungen. Danach ist eine Carcinomcachexie als hervorgerufen durch schädliche Umsatzproducte des Infectionsträgers nicht zuzugeben. Man kann diese Aetiologie der Cachexie vollkommen entbehren, da genügend andere ätiologische Momente zur Verfügung stehen. Das von dem Carcinom befallene Organ wird in seiner physiologischen Function gestört; dadurch leidet der ganze Organismus. Es finden Blutverluste statt. Das Carcinom verjaucht. Wächst der Tumor zu irgend wie erheblicher Grösse, so stellt er mit der ausgesprochenen Wachsthums- und Theilungsenergie seiner Zellen eine Masse im Körper vor, die das allgemeine Ernährungsmaterial sehr energisch an sich reisst. Dadurch müssen die übrigen Zellen leiden. Schliesslich sei noch einer Anschauung Rindfleisch's gedacht, die für manche Fälle vielleicht zur Erklärung des allgemeinen Verfalls Carcinomatöser mit herangezogen werden kann. Rindfleisch meint, dass, wenn die Drüsen- resp. Epithelzellen, die vom Organismus normalerweise in regelmässiger Art abgestossen werden, in Hohlräume kommen, aus denen sie, wie beim Carcinom, nicht nach aussen entfernt werden können, diese todten und zerfallenden Stoffe ein Gift für den Organismus darstellen.

Eine gute Stütze für die hier entwickelte Anschauung von den Carcinomen kann man in den nicht seltenen mehr und weniger deutlichen Differenzen zwischen dem histologischen Charakter der primären Geschwulst und dem der secundären sehen. Diese Differenzen finden sich nicht nur an den Zellen selbst, sondern auch im Stroma, so dass man neben einem sehr harten, von vielem, straffen Bindegewebe durchgezogenen, primären Tumor einen secundären, sehr weichen, markschwammähnlichen sieht. Gelangt die Carcinomzelle an einen Ort, an dem sie überhaupt leben kann, so prägen sie wie jede Zelle die Kräfte, die an diesem Orte walten. Ob der Tumor, der sich dann hier entwickelt, weich oder hart ist, d. h. wie stark sich das Bindegewebe vermehrt und wie es wird, hängt wiederum ganz allein von diesen Kräften ab.

Der irritative Ursprung des Carcinoms wird von vielen Autoren angenommen. Seine häufige Entstehung an Stellen, an denen sich Narben, Geschwüre befinden oder die vielen, sich oft wiederholenden Reizungen ausgesetzt sind, dürfte nicht zu bezweifeln sein. Wenn wir bedenken, dass sich derartige Stellen in einem histologisch abnormen Zustand befinden, so werden wir in diesem die grössere Möglichkeit für die mechanische Festhaltung der Carcinomzelle sehen können. Es kreisen in einer grossen Anzahl von Menschen Carcinomzellen resp. zur Carcinombildung geeignete Zellen, ohne dass sie ein Carcinom bekommen. Die Zellen kommen in Verhältnisse, in denen sie untergehen, meist, wie erwähnt, wohl schon im Blute kreisend. Die durch entzündliche Processe hervorgerufenen histologischen Verände-

rungen scheinen zur Fixation eingewanderter Zellen besonders günstig zu sein.

Die Krebszelle kann das Schicksal jeder Zelle des menschlichen Körpers theilen, weil sie eben vom Menschen stammt. Sie kann atrophiren und ihre Stelle kann ein Narbengewebe einnehmen, sie kann fettig degeneriren, verkalken etc. Ob sie eine dieser Veränderungen durchmacht und welche, das liegt an den Verhältnissen des Ortes, von dem sie stammt, und den Verhältnissen des Ortes, an dem sie lebt.

Das Sarcom in seiner Ursache und Entstehungsart vom Carcinom zu trennen, dürfte eine Veranlassung hier nicht vorliegen. Weder können uns dazu die histologischen Differenzen, noch die klinischen Erscheinungen zwingen. Das Ueberwiegen der zelligen Elemente über die bindegewebigen, der mehr atypische Bau, alveoläre Anordnung der Zellen, ihr mehr oder weniger inniger Zusammenhang mit dem Bindegewebe etc. lassen sich auf die Art der eingewanderten Zelle und die Verhältnisse zurückführen, unter denen sie lebt. Die grössere Bösartigkeit des Sarcoms will nur sagen, dass in manchen Fällen von bösartigen Geschwülsten die Zellen mit ungemeiner Energie wachsen. Diese Wachsthumsenergie erklärt einerseits den ausgesprochen überwiegend zelligen, nicht alveolären Charakter der Sarcome, sowie andrerseits die Thatsache, dass zur Entwickelung kommende secundäre Tumoren bei Sarcomen dem Typus der primären Geschwulst meist sehr nah stehen oder ihn direct repräsentiren.

Das Sarcom entwickelt sich nicht selten aus Warzen und scheint somit die Theorie von der Entstehung bösartiger Geschwülste durch Einwanderung artgleicher, fremder Zellen zu widerlegen. Man darf aber nicht vergessen, dass die Warze selbst in ihrer einfachsten Form, ganz abgesehen von den fibroiden, melanotischen etc. Arten, schon ein Gebilde darstellt, in welchem zellige Elemente gegeneinander in anormaler Weise orientirt sind. Ob das Wuchern des Epithels in das Corium das Primäre und die Bildung der Papillen das Secundäre ist oder umgekehrt, spielt hier keine Rolle. Fest steht, dass zur Bildung einer Warze eine Veränderung der Zellen rücksichtlich ihrer ihnen eigenthümlichen Lagerungs- und Ortsverhältnisse stattfinden muss. Damit sind pathologische Verhältnisse gegeben, die der Festhaltung von im Blute, Saftstrom kreisenden Zellen günstig sind. Ob sich ein Tumor bildet, hängt von der Ernährungsenergie eventuell den speciellen Befruchtungsvorgängen der Zelle ab. Während wir uns von jener eine Vorstellung rücksichtlich der verschiedenen Zellen und des Ortes, an dem sie leben, machen können, ist für diese eine solche Vorstellung bisher nicht möglich.

Es wurde mehrfach erwähnt, wie die Befruchtung allein die Theilung nicht erklären kann, weil es dann unverständlich bleibt, weshalb nach erfolgter Befruchtung die Zelltheilung nicht sofort beginnt und die

eben geborene Zelle, da sie ja auch die nöthigen Keimstoffe enthält, sich nicht wieder sofort theilt etc. De facto vergeht immer eine gewisse Zeit, bevor sich die Zelle zu neuer Theilung anschickt. Wir haben annehmen müssen, dass in Folge des Wachsthums der Zellen und des daraus resultirenden Missverhältnisses zwischen Masse und Oberfläche die Ernährungsverhältnisse des Kernmaterials schwierige werden und schliesslich der Hunger der Kernbioiden die Theilung der Zelle verursacht. Die festgerathene Carcinomzelle wird, so weit sie Existenzbedingungen findet, desto grösser werden, je günstiger die örtlichen Verhältnisse für ihr Wachsthum sind; denn bei günstigen örtlichen Verhältnissen wird ihre zur Masse durch das Wachsen relativ zu gering gewordene Oberfläche noch für die Masse genügend Nahrungsmaterial aufnehmen können, bei ungünstigen Verhältnissen aber wird der Hunger der Kernbioiden schneller, also schon bei kleinerer Zelle, zur Theilung führen und so die Oberfläche für die Nahrungsaufnahme vergrössern. An für die Carcinomzelle günstigen Orten wird das Carcinom grosszellig, an für die Carcinomzelle ungünstigen Orten das Carcinom keinzellig sein. Die Begriffe „günstig“ und „ungünstig“ haben nur relativen Werth, da die Carcinomzelle in ihren Lebensanforderungen nicht gleich ist.

Ob die unregelmässigen Mitosen bei Krebszellen, deren relativ häufiges Vorkommen nachgewiesen zu haben v. Hansemann's Verdienst ist, auf ungünstige Existenzbedingungen der Zellen beruhen, wie Ribbert meint, oder auf ihrer, nach den hier vorgetragenen Anschauungen anzunehmenden, aus ihrer Vergangenheit resultirenden, unscharfen Charakterausbildung bleibe unerörtert.

Unter „Anaplasie“ versteht v. Hansemann den unscharfen Charakter der Carcinomzelle, der aus ihrer häufig ungleichen Theilung resultire und erklärt „dass die Anaplasie sich ausschliesslich auf die Morphologie und Physiologie der Tumoren bezieht, aber nicht auf die Aetiologie“. Das Charakteristische in der „Physiologie der Tumoren“ ist die Wachsthumsenergie ihrer Zellen. Die kann allerdings eine „Anaplasie“ nicht erklären. Dass die in ihrem Charakter wenig ausgeprägten Keimzellen auch stark wachsen, liegt ganz genau wie bei den Geschwulstzellen nicht an ihrem Mangel an Charakterschärfe sondern an ihrem Gehalt an Keimmaterial. Wo eine mit plötzlicher Energie auftretende Vermehrung von Zellen stattfindet, muss eben stets eine neue Befruchtung stattgefunden haben.

Die geistvolle Hypothese Cohnheim's, nach der die Tumoren ihr Entstehen versprengten embryonalen Keimen verdanken, ist, wenn sie auch die congenitalen, ganz jugendlichen Geschwülste erklären könnte, abgesehen von manchem Anderen, deshalb so schwer zu acceptiren, weil sie die plötzliche Entstehung und das rapide Wachsthum von Geschwülsten im Alter unerklärlich macht. Sollen denn die embryonalen

Zellen ihre ungemeine Vermehrungsenergie 60 und 70 Jahre hindurch sich unverändert erhalten haben? Weshalb sind sie nicht früher gewachsen? „Weil sie unter ungünstigen Bedingungen leben“ lautet die Antwort. Wie aber Zellen, die unter ungünstigen Bedingungen leben, 60 Jahre lang immer weiter leben bleiben und sich dabei ihre charakteristische, sicherlich an gute Ernährungsbedingungen geknüpfte Eigenthümlichkeit, die der rapiden Vermehrungsfähigkeit, erhalten sollen, das ist und bleibt ein Räthsel. Dass embryonale Keime versprengt werden können, unterliegt keinem Zweifel. Sie sind aber nicht unter den Begriff der Geschwulst in unserem Sinne, sondern unter den Begriff der Missbildung zu rechnen. Das Charakteristische in der Aetiologie der Tumoren hat COHNHEIM richtig empfunden: Wo Zellen acute Theilungsenergie zeigen, muss frischer Keimstoff sein.

Capitel 15.

Vom Tode.

Was ist der Tod? Man findet ihn gewöhnlich als etwas Gegensätzliches zum Leben definirt, als einen Stillstand des Lebens oder ein Aufhören des Stoffwechsels.

Den Tod als Stillstand des Lebens zu bezeichnen, geht nicht für das Einzelne und nicht für das Allgemeine an. Im Einzelnen giebt es viele Dinge, die wir todt nennen und die niemals gelebt haben. Fürs allgemeine ist jede Definition des Todes, zu welcher der Begriff des Lebens benutzt wird, nicht recht brauchbar. Man kann nicht etwas definiren, indem man in der Definition mit einem Begriff operirt, der erst einer Definition bedarf. Der Begriff des Lebens kann zur Definition des Todes nicht gebraucht werden, wenn man nicht zuvor sagt, was unter „Leben“ verstanden sein soll. Dies aber klar zu sagen, d. h. so scharf abgrenzend und erschöpfend zu definiren, dass gegen die Definition ein Einwand nicht angeht, dürfte unerreichbar sein. Diese Unerreichbarkeit allein ist ein sprechender Beweis dafür, dass die Begriffe „Leben“ und „Tod“ keine gegensätzlichen in so fern sind, als etwa nur gewissen Dingen die Eigenschaft des Lebens und anderen die des Todes zukämen, also gegensätzliche in Hinsicht auf die Allgemeinheit. Sie sind nur gegensätzlich in Rücksicht auf das einzelne Ding, an dem sie beobachtet werden.

Auch die Definition, nach welcher der Tod ein Aufhören des Stoffwechsels ist, muss falsch sein; denn hörte der Stoffwechsel auf, so müsste

das Ding, das gestorben ist, in dem Zustand fortbestehen, in dem es zur Zeit des Todes war. Dies ist durchaus nicht der Fall, wie die tägliche Erfahrung lehrt. Das gestorbene Ding verändert sich, also muss ein Stoffwechsel stattfinden. Der Gegensatz zwischen dem gestorbenen und dem lebenden Object ist aber ein sehr bedeutender, indem das Lebende im Grossen und Ganzen dauernd seine Form beibehält, das Gestorbene diese nach mehr oder weniger langer Zeit vollkommen aufgiebt. Also muss die Art des Stoffwechsels eine andere sein. Man kann demnach den Tod im Gegensatz zum Leben definiren: Fällt die Bilanz des Stoffwechsels zu Gunsten der Form des Objects aus, indem diese wächst oder zum mindesten erhalten bleibt, so ist das Object lebend; fällt die Bilanz zu Ungunsten der Form aus, indem diese verloren geht, so ist das Object gestorben. Der Tod muss daher stets eintreten, wenn diejenigen Factoren, welche die Bilanz des Stoffwechsels zu Gunsten der Formerhaltung beeinflussen können, zu klein werden.

Weismann schreibt und drückt damit wohl die herrschende Ansicht aus: „Allerdings muss in letzter Instanz die Ursache der Lebensdauer im Organismus selbst liegen, da sie sich nicht ausserhalb desselben befinden kann — — —.“ Dem kann nicht beigestimmt werden, da die Dauer eines bestimmten Stoffwechsels gleich der Dauer des Lebens ist, die Art des Stoffwechsels aber in erster Reihe von den Stoffen abhängt, die am Orte vorhanden sind, an denen das Individuum lebt. So kommt man allerdings dazu, nur eine Todesart für den Organismus anzuerkennen, den Hungertod. Die lebende Substanz hört auf zu leben, wenn zu der Bewegung in den Bioiden nicht mehr genügend Material vorhanden ist. Dann kann eine Reaction zwischen ihren zwei Stoffen nicht mehr eintreten.

Es giebt nur **eine** Todesart für die Zelle, das ist der Hungertod. Sie stirbt, weil ihre Bioiden im Trophomigma nicht mehr hinreichend Substanzen vorfinden, von denen sie leben können. Da diese Substanzen ihr von aussen zugeführt werden, die Bioiden aber so lange arbeiten, so lange sie verarbeitungsfähiges Material finden, so können die Gründe für den Tod der Zelle nicht in ihr liegen. Sie sind wie die Ursache aller Erscheinungen an der Zelle in der Aussenwelt zu suchen. Dieselben können sehr verschiedener Natur sein.

Amöben verhungern im Allgemeinen langsam. Der Tod tritt ein, wenn ihre Bioiden das Trophomigma aufgebraucht haben. Das Spermatozoon verhungert unter speciellen Bedingungen sehr schnell, wenn nämlich seine Bioiden saure Nahrung erhalten; indem diese in das Trophomigma eindringt, vernichtet es die alkalische Nahrung, von der allein die Bioiden des Spermatozoon leben können. In anderen Zellen lagern sich Kalksalze ab, in anderen Fette. Da weder von diesen noch von

jenen allein die Bioiden leben können, werden sie verhungern, wenn die Ablagerung jener Stoffe so umfangreich geworden ist, dass Nahrungsmaterial keinen Platz mehr findet.

Sterben alle Lebewesen? Diese Frage ist mit „ja“ und mit „nein“ und mit „theils-theils“ beantwortet worden. Die Antwort hängt lediglich davon ab, was man unter „sterben“ versteht. Soll dies bedeuten, dass kein Organismus als Ganzes in seinen ihm eigenthümlichen Beziehungen zur Aussenwelt bestehen bleibt, so sind alle Organismen sterblich, soll es bedeuten, dass ein Organismus rücksichtlich seiner specifischen Beziehungen zur Aussenwelt vollständig verloren geht, so sind alle Organismen unsterblich; indem man so den Begriff „sterben“ abhängig macht von der Quantität der zu Grunde gehenden Theile, kann man auch zu der Anschauung kommen, dass es unsterbliche und sterbliche Organismen giebt.

Beginnen wir mit der letztgenannten Eventualität. WEISMANN, ihr Verfechter, nimmt für die Protozoen Unsterblichkeit in Anspruch, die Metazoen aber lässt er sterben. Die Protozoen wachsen, theilen sich, beide Theile wachsen, theilen sich, kurz niemals ist eine Leiche da. Wo aber keine Leiche sei, sei auch kein Sterben gewesen. Daher sind die Protozoen unsterblich. Der Tod der Metazoen aber ist eine Anpassungserscheinung. Sobald sich bei einem vielzelligen Organismus die Geschlechtszellen von den übrigen Zellen gesondert haben, hört das Interesse der Natur an dem väterlichen resp. mütterlichen Organismus auf. Es wäre ja ein Luxus, wollte solch ein Individuum, das sich schon fortgepflanzt hat, ewig leben. So haben sich die Metazoen das Sterben angewöhnt, indem sie die Schäden, die ihnen das Leben zufügte, nach Scheidung der Keimzellen von den Körperzellen auszugleichen nicht mehr im Stande sind. Die Protozoen aber sterben nicht. Bei ihnen ist Individualität und Geschlechtszelle identisch. Würden sie sterben, so stürben auch ihre Theile. So müsste die Art untergehen. Die Natur aber sorgt für die Erhaltung der Arten.

Diese Anschauungen sind von allen Seiten her anfechtbar. Angenommen, die Arten seien nicht, wie das früher gezeigt wurde, der Ausdruck der jeweilig in der Natur vorhandenen Kräfte, sondern ihre Erhaltung würde durch uns unbekannte Gründe „die Sorge, das Interesse der Natur“ gewährleistet, so ist nicht einzusehen, weshalb die sorgsame Natur nicht auch so ein Protozoon sterben lassen sollte. Hat es sich in seinem Leben nur mehrere Male getheilt, so ist der Untergang der Art nicht zu befürchten.

Was die Anpassung betrifft, so kann man sie, soll mit dem Ausdruck irgend ein activer Sinn verbunden sein, wie früher gezeigt wurde, nicht anerkennen. Wird der Ausdruck aber im passivem Sinne gebraucht, so geht es nicht an, bezüglich des Sterbens einen principiellen Unterschied aufzustellen. Indem jeder Organismus auf dieser Erde den

gleichen Kräften unterworfen ist, muss er in seinen hauptsächlichsten Eigenschaften gleiches Verhalten zeigen. Danach kann man nicht rücksichtlich des Sterbens, einer der fundamentalsten Erscheinungen der Lebewesen, ein differentes Verhalten construiren.

Weiter wäre zu verlangen, beständen die WEISMANN'schen Anschauungen zu Recht, dass bei der Theilung der Protozoen keinerlei Theile zu Grunde gingen. Denn gehen solche zu Grunde, so stürzt das Fundament, auf dem WEISMANN den Gegensatz zwischen Protozoen und Metazoen aufgebaut hat. Nun hat R. HERTWIG bei seinen sehr feinen Untersuchungen über die Conjugation der Infusorien nachgewiesen, dass etliches von den Kernen bei der Theilung untergeht. Also die Protozoen pflanzen sich ganz wie die Metazoen fort; Theile des Stoffes sterben, bei den Protezoen quantitativ zur fortpflanzenden Masse ungemein wenige, bei den Metazoen ungemein viele. Man kann aber Unsterblichkeit und Sterblichkeit unmöglich nach der Quantität der verlorenen Theile zuerkennen. Die diesbezüglichen Anschauungen EIMER's dürften deshalb auch nicht haltbar sein.

Wenn allerdings WEISMANN ein vielzelliges Individuum Leiche sein lässt, sobald nur die somatischen Zellen gestorben sind, die Fortpflanzungszellen aber vom natürlichen Tode nicht getroffen werden, weil sie angeblich nicht getroffen werden können, so kommen wir zu Begriffen von Leben und Tod, die allzu schwankend und losgelöst von allem Realen sind, um mit ihnen operiren zu können. Und weiter schreibt der tiefe, aber allzu zersplitternde Denker: „Dass es aber nicht überflüssig ist, diesen Begriff (nämlich „Leiche") wissenschaftlich zu verwerthen, erhellt am besten daraus, dass der natürliche Tod nur schwer gefasst werden kann, wenn man nicht den Begriff der Leiche hinzunimmt." Fast dürfte es scheinen, es käme auf dasselbe hinaus, ob man den Begriff „Leiche" oder „Tod" definirt, denn „Tod" bedeutet den Abschluss des Processes, dessen Product „Leiche" ist, nämlich des Sterbens. Ist etwas gestorben, so ist eine Leiche da, weil Leiche etwas ist, was gelebt hat und nicht mehr lebt. Ist etwas gestorben, so ist der Tod eingetreten, d. h. es lebt etwas nicht mehr, was gelebt hat. Wer also, um den Tod zu definiren, den Begriff „Leiche" gebraucht, definirt mit einem Begriff, der dem Sinne nach eine Folge des zu definirenden ist.

Will man mit Unsterblichkeit sagen, dass kein Organismus vollkommen verloren geht, so sind alle Organismen unsterblich, indem jeder in Form der Theilung oder in Form der Geschlechtszelle Theile von sich abgiebt, diese wachsen, wieder Theile abgeben und so fort. Will man mit Unsterblichkeit sagen, dass kein Organismus als Ganzes erhalten bleibt, so sind alle Organismen sterblich, schon dadurch, dass sie Theile zur Fortpflanzung abgeben. Deshalb sieht GÖTTE die Fortpflanzung als die Ursache des Todes an.

Die Beweisführung GÖTTE's ist kurz folgende: Es giebt niedere

Thiere, so die Orthonectiden, deren Körper aus einem zelligen, flimmernden Hautschlauch und einer inneren Zellenmasse besteht, die bei den Weibchen insgesammt zu Eiern wird. Sind diese reif, so platzt der Hautschlauch oder der ganze Körper zerfällt in Stücke. In jedem Falle hat das Thier aufgehört zu existiren. Eine Leiche giebt es nicht. Das ist ein falscher Schluss. Theile des mütterlichen Organismus, nämlich der Hautschlauch, gehen zu Grunde, wie der Autor auch erwähnt; der Begriff „Leiche" bedeutet jedoch niemals, dass Alles, was in dem Organismus gelebt hat, untergegangen ist. Sonst hörte eben jedes Leben auf.

Goette schliesst weiter: Da auch viele Insecten, Schmetterlinge, Eintagsfliegen, manche Heuschrecken etc. sterben, sobald sie die Eier abgelegt haben, ist offenbar die Fortpflanzung Ursache des Todes. Die Thiere werden durch die Eiablagerung erschöpft und sterben, denn legen sie die Eier nicht ab, so sterben sie nicht. Bei anderen Organismen dauert das Leben 10—12 Stunden nach der Fortpflanzung fort, so Sarcophaga, bei anderen 2—3 Tage, so Smerinthrus, bei anderen 5 Tage, so Pulex, Eristalis. Folglich ist die Störung durch die Fortpflanzung graduell verschieden, daher die Fortpflanzung der ausschliessliche und letzte Grund des natürlichen Todes. Um nun den Tod der Individuen, die sich nicht fortgepflanzt haben, zu erklären, zieht Goette die Anpassung herbei.

Dagegen ist zu erwidern: Bei einem Thier, das 12 Stunden oder 2 Tage oder 5 Tage nach der Fortpflanzung stirbt, muss der Zusammenhang zwischen Fortpflanzung und Tod erst bewiesen werden; denn schliesslich stirbt ein Thier immer eine gewisse Zeit nach der Fortpflanzung. Sie wird durch seine Fortpflanzungsperiode und seine durchschnittliche Lebensdauer bestimmt. Dass gewisse Organismen sofort nach der Fortpflanzung sterben, hat seinen Grund in der relativ enormen Quantität von Fortpflanzungszellen, die das Thier abgiebt. Man stelle sich nur einmal die Druckverhältnisse vor. Ist der Druck der wachsenden Zellen im Thiere stärker als der die Fortpflanzungszellen umschliessende Zellmantel des Thieres, so platzt das Thier, im anderen Falle werden die Zellen ausgepresst. Der langsam wachsende Druck, hervorgerufen durch das Wachsthum der Fortpflanzungszellen, änderte langsam den Druck in den Zellen des Mutterthieres und passte Bioiden und Trophomigma den veränderten Verhältnissen an. Plötzlich sinkt mit Ausstossung der Eier der Druck sehr bedeutend. Damit muss das unter hohem Druck stehende Trophomigma der mütterlichen Zellen ausströmen; die Bioiden verhungern. Wer da meint, die ausgestossene Fortpflanzungszelle müsse auch ihr Trophomigma abgeben, weil sie vorher auch unter höherem Druck gestanden hätte, der vergisst, dass der Druck in der Fortpflanzungszelle activ, der in der mütterlichen Zelle passiv war. In

dem Augenblick erst, wenn dieser stärker als der active der Fortpflanzungszelle wird, kommt es zur Ausstossung der Eier.

Man hat den Tod als eine Anpassungserscheinung aufgefasst. Wie leicht man mit dieser Auffassung scheitert dafür ein Beispiel nach Weismann, dem eifrigen Verfechter dieser Ansicht. Weismann meint: Die Körper der Vögel sind auf den Flug berechnet, daher ist eine grosse Fruchtbarkeit von ihnen nicht zu erwarten; sie legen denn auch nur relativ wenig Eier und da diese Eier allen möglichen Zerstörungen durch Wasser, Frost, Raubzeug ausgesetzt sind, leben Vögel verhältnissmässig lange.

Aus ganz genau denselben Gründen müssten die fliegenden Insecten lange leben. Denn da diese Unmassen Eier legen und von einer enormen Vermehrung der fliegenden Insecten im Gegensatz zu den Vögeln mir aus eigener und fremder Erfahrung im Allgemeinen nichts bekannt ist, muss man annehmen, dass die Insekteneier im Verhältniss zu ihrer Zahl ebenso viel Gefahren ausgesetzt sind als die Vogeleier. Aber die Insekten, auch die fliegenden, haben nur ein sehr kurzes Leben, sterben meist, nachdem das Fortpflanzungsgeschäft beendet ist. Den Grund dafür sieht Weismann darin, dass die Insekten zu den am meisten verfolgten Thieren gehören. Sollte die Art erhalten bleiben, so müssen sie ungeheuer viel Eier legen. Das Anpassungsprincip lautete demnach: „Möglichste Kürzung des Lebens durch möglichste Beschleunigung der Fortpflanzung.“ Wäre nicht das Anpassungsprincip einfacher: möglichst langes Leben? Man scheitert eben immer, legt man den Grund der Erscheinungen an Lebewesen in den Organismus.

Indem „sterben“ das Uebergangsstadium vom Leben zum Tode bezeichnet, stirbt nur etwas, das gelebt hat. Ist es gestorben, so ist es todt. Woran sehe ich einem todten Dinge an, dass es gelebt hat? Ganz allein an der Form. Nicht die chemischen, nicht die physikalischen Eigenschaften eines todten Objectes können beweisen, dass es gelebt hat, nur die Form. Woher kennen wir aber die Formen der lebenden Wesen? Aus Schlüssen und Beobachtung. Wenn man mir die Leiche irgend eines Hundes zeigt, so weiss ich inductiv, dass er gelebt hat, zeigt man mir die Leiche meines Hundes, so weiss ich aus Beobachtung, dass er gelebt hat. Beweisen aber kann ich es nicht, wenn es Jemand nicht glauben will. Ich kann ihm nur sagen: Solche Formen pflegen zu leben. Da wir aber alle die Formen, die wir lebend kennen, auch todt kennen, so steht es frei zu sagen: Alle Lebewesen sterben.

Wir können nur an der Form erkennen, dass etwas gelebt hat. Die Form ist vergänglich. Sie kann sich mehr und weniger lange erhalten, schliesslich zerfällt sie. Ihre Materie kommt in einen Zustand, dem kein Mensch ansehen kann, dass sie einst gelebt hat. Aber dies sei gar nicht mehr die ursprüngliche Materie, die einst

lebendig war, könnte man einwenden; dies sei ein ganz anderer Stoff. Ganz recht! Aber auch so lange die Form erhalten blieb, war die Materie dieser todten Form offenbar etwas Anderes als die Materie, die gelebt hat. Der Zersetzungsprocess der lebenden Materie muss jedenfalls mit dem Moment des Todes beginnen. Ursache des Todes ist Verhungern der Bioiden. Sie geben alle die Substanzen, durch die jene Bewegung, die wir Leben nennen, stattfindet, ab, ohne dass ihnen Ersatz dafür zur Verfügung steht. Sobald also diese Bewegung aus Mangel an Stoff aufhört, ist offenbar die Substanz, die wir in den todten Bioiden haben, nicht mehr dieselbe wie die in den lebenden. Wenn wir nun an den Stoffen, die einst gelebt, ihre Formen aber vollständig verloren haben, ihr einstiges Leben nicht nachweisen können, so können wir auch nicht beweisen, dass sie gestorben sind. Zur Form im weiteren Sinne sind auch die den Lebewesen eigenen Combinationen der Stoffe zu rechnen, die auch verloren gehen.

Sterben ist Aufgeben der den Lebewesen eigenthümlichen Formen. Je nachdem man die Formen aufgegeben betrachtet, sobald die inneren, die chemischen Formeln, aufgegeben sind, oder erst, wenn die äussere Form verloren geht, ist Sterben ein acuter oder ein exquisit chronischer Process.

Ob man die Lebewesen sterblich oder unsterblich nennen will, hängt weiter davon ab, was wir unter „Leben“ verstehen. Verstehen wir darunter eine Substanz + einer Bewegung, so sind alle Organismen sterblich, denn die Substanz, an die die Bewegung geknüpft ist, giebt die ihr eigenthümliche Form auf. Verstehen wir unter Leben, wie wir es müssen, da Substanz ohne die Bewegung todt ist, nur die Bewegung, so sind alle Organismen unsterblich; denn die dem Organismus eigenthümliche Bewegung dauert fort. Dafür sorgen Theile des Organismus, seine Fortpflanzungszellen. Ob diese Fortpflanzungszelle $^1/_2$ des ganzen Organismus oder $^1/_{10}$, $^1/_{100}$, $^1/_{1000}$, $^1/_{10000}$ oder noch viel kleiner ist, bleibt für die Frage der Sterblichkeit ohne Belang. Welchen Standpunkt auch immer wir einnehmen, er kann nur einheitlich sein. Die Organismen in sterbliche und unsterbliche theilen, heisst zwei Sorten Leben construiren.

Wenn Mühlmann schreibt: „der normale Tod der Zelle besteht in der Theilung derselben,“ so muss dem auf das Entschiedenste widersprochen werden. Theilung der Zelle ist der Gegensatz von Sterben, es ist Fortpflanzung. Logischerweise könnten sich alle einzelligen Wesen nicht vermehren, bedeutete Theilung der Zelle Tod. Die Zahl der Protozoen müsste constant bleiben.

Kassowitz deducirt so: Lebendige Substanz zerfällt dauernd und zwar in activer oder inactiver Form. Activer Zerfall ist Folge starker, inactiver Folge schwacher oder fehlender Reize. Bei activem Zerfall

wird viel CO_2 und wenig lösliche Stickstoffverbindungen producirt, bei inactiven Glykogen, Fett, unlösliche Stickstoffverbindungen. Im Alter findet man viel von dieser zweiten Art Substanzen, „Metaplasmen“, ausgeschieden. Kassowitz meint, dass während des ganzen Lebens ein inactiver Zerfall stattfinde und jede Ablagerung von Metaplasma fördere weiter den inactiven Zerfall. So liege die Ursache des Todes schliesslich im Leben.

Metschnikow lässt die einen Zellen im vielzelligen Körper durch die Schäden, die der Körper während des Lebens erleidet, geschwächt werden, die anderen, so die Leukocyten, nicht. Die Phagocyten greifen die kräftigen, gesunden Zellen nicht an, weil sich diese durch Secrete gegen derartige Angriffe schützen. Die kranke Zelle kann aber wohl durch Phagocyten angegriffen werden. Deshalb sterben die vielzelligen Individuen.

Man findet vielfach die Ansicht, Alterserscheinungen und Tod seien Folgen der Schäden, die der Organismus im Leben erleidet; je länger er gelebt habe, desto mehr Schädlichkeiten sei er ausgesetzt worden, desto näher rücke der Termin seines Todes; dieser Termin sei direct abhängig von der Quantität und Qualität der Schäden, die der Organismus erlitten habe; je höher ausgebildet er ist, desto leichter werde er im Allgemeinen dem Tode verfallen; der vielzellige Organismus enthalte verschiedene Zellencomplexe, deren Schicksal das Schicksal des ganzen Organismus bestimmen; diese Complexe seien einer Zelle gleich zu setzen, weil von Schäden alle ihre Zellen leiden; die Complexe können organisch oder rein örtlich gedacht werden; dass einzellige Individuen länger als mehrzellige, vielleicht ewig leben, liege an ihrer Kleinheit und Einheitlichkeit.

Nach diesen Anschauungen werden Altern und Tod als pathologische Erscheinungen betrachtet. Sie dürften aber für die einzelligen wie für die mehrzelligen Organismen als physiologische Erscheinungen aufzufassen sein. Der Grund für die Nothwendigkeit des Todes von Protozoen wie Metazoen braucht nicht in Schäden gesucht zu werden, welche die Zelle treffen.

Alterserscheinungen sind nicht Buchungen der Schäden, die die Zelle in ihrem Leben erlitten hat. Wäre sie gegen die sogenannten Schäden, die zu Alterserscheinungen führen, zu schützen, so würde sie keine Alterserscheinungen zeigen und nicht sterben. Sie würde auf dem Punkte stehen bleiben, auf dem sie geboren wird. Denn ihre Entwickelung wie ihr Alter sind nur Reaction auf Kräfte, die auf sie wirken. Erscheinen uns diese nützlich, so sprechen wir von Wachsthum, Entwickelung, Fortpflanzung, scheinen sie uns schädlich, von Altern, Tod. Schliesslich sind aber dieselben Kräfte, die die Entwickelung verursacht haben, auch Ursache des Alterns, denn die gleichen Kräfte wirken auf das Individuum sein Leben lang. Sie formen den Organis-

mus dauernd weiter, indem sie dauernd auf ihn wirken. Die Formen sind gesetzmässig, weil die Wirkung der Kräfte gesetzmässig ist. So sind Alterserscheinungen und Tod für die Zelle etwas Physiologisches, weil sie etwas Gesetzmässiges sind. Sie sind aber nicht im Organismus der Zelle begründet, sondern im dauernden Wirken von Kräften auf den Organismus. Könnte man ihn dieser Wirkung entziehen, so würde er nicht altern und nicht sterben — aber auch nicht leben.

Für das Protozoon liegen die Dinge so: Zur Theilung der einzelligen Individuen ist directe Befruchtung nicht nothwendig, es genügt eine in Generationen vorhergegangene. Theilt sich das Protozoon, so existiren statt eines alten Individuums zwei junge. Jedes derselben theilt sich wieder u. s. f. Angenommen, der Zeugungskreis sei bei der x ten Theilung erschöpft, d. h. der Keimstoff ist so verdünnt, dass es zur Theilung nicht mehr kommt. Diese Auslegung ist richtig, denn führt man neuen Keimstoff zu, so setzt die Theilung wieder ein. In der x ten Generation können also erst alternde Individuen gefunden werden, könnte erst der Beweis von dem ewigen Leben der Protozoen einsetzen. Theilung ist, wie früher gezeigt wurde, Folge des Wachsthums der Kernbioiden, Wachsthum dieser, Folge ihrer Anziehungskraft auf Trophomigma. Hört diese auf, so können die Kernbioiden nicht wachsen, die Zellen sich nicht theilen. Das dies vorkommt, beweist die x te Generation. In ihr ziehen die Kernbioiden Nahrungsstoffe nicht mehr an. Dadurch können sie auch nicht mehr leben, denn lebendige Substanz ohne Nahrungsmaterial ist, wie des Oefteren dargelegt wurde, undenkbar. Der allzu verdünnte Keimstoff ist also Grund des Todes der x ten Generation. Aus genau der gleichen Ursache sterben die Metazoen.

Die Zellen, aus denen ein vielzelliger Organismus zusammengesetzt ist, sind nicht dieselben, mit denen er geboren wurde, sondern Nachkommen im so und so vielsten Grade dieser Zellen. Weil diese Nachkommen nicht mehr den Ahnen gleichen, sterben sie; glichen sie ihnen, so müssten sie, da die äusseren Bedingungen dieselben sind, leben. Die Nachkommen gleichen den Ahnen nicht mehr, weil sie an Keimstoff um vieles ärmer sind als diese.

Vom Moment der Copulation des männlichen und weiblichen Vorkerns an bis zum Momente des Todes muss jedes vielzellige Individuum neue Zellen bilden und bildet sie. Ob dies gleichmässig in allen Geweben durch Theilung geschieht, ob einzelne Zellen sich auf Kosten anderer additiv bilden, kann hier unerörtert bleiben, da schliesslich das Material für diese im Metazoon auch durch Theilung gewonnen ist. Zur Zelltheilung ist stets eine Befruchtung nothwendig, sei es eine directe, sei es im Zeugungskreise. An diesem fundamentalen Satze müssen wir nach den Kenntnissen, die wir sowohl von der Befruchtung vielzelliger wie einzelliger Lebewesen haben, festhalten. Die Theilung der Zellen im Metazoon kann nur von der Befruchtung aus dem Furchungskern

herstammen. Das ist aus folgendem Grunde unzweifelhaft. Zu einer Befruchtung kommt es nicht, wenn die befruchtende Masse der zu befruchtenden zu nah steht. Sich näher stehende Massen als aus demselben Furchungskern stammende sind nach jeder Richtung hin undenkbar. Da sämmtliche Zellen eines Metazoon aus demselben Furchungskern stammen, kann es zwischen ihnen niemals zu einem Befruchtungsproduct kommen. Die Fähigkeit der befruchtenden Zelle, sich weiter und weiter zu theilen, nimmt nach Allem, was wir von Protozoen, namentlich Infusorien, wissen, mehr und mehr ab und geht verloren, wenn es eben nicht zu einer neuen Befruchtung kommt. Zu dieser kann es im Metazoon, ohne dass ihm fremde Keime zugeführt werden, nicht kommen. Werden ihm fremde, irgend wie befruchtend wirkende Keime zugeführt, so muss es zu einem Product, einer Neubildung kommen. Dieses kann ein physiologisches sein, der Embryo, oder ein pathologisches, Tumor mit acuter Zelltheilung. (S. das Capitel: „Von den Geschwülsten".)

Das vielzellige Individuum muss sterben, weil seine auf das denkbar engste miteinander verwandten Zellen für das dauernd untergehende, verlorene Zellmaterial schliesslich Ersatz nicht schaffen können. Deshalb ist der Tod der Metazoen eine physiologische Erscheinung. Deshalb ist das Durchschnittsalter der Menschen auf der ganzen Erde ein ziemlich gleiches. Deshalb muss ein Greis, auch wenn er nicht die mindesten Alterserscheinungen hat, dennoch sterben. Der mit der Furchungszelle eingeleitete Zeugungskreis ist erschöpft.

Der Tod ist nicht nützlich und nicht nothwendig im Sinne irgend welchen Zweckbegriffs. Er ist eine Naturerscheinung wie die Drehung der Erde um sich und ihre Bewegung um die Sonne. Auch diese sind nützlich und nothwendig. Aber die Erde bewegt sich in ihrer Art aus ganz gleichen Gründen wie der Mond in seiner Art. Und dessen Bewegung ist für gar nichts nützlich und für gar nichts nothwendig.

Wir können naturwissenschaftlich niemals fragen, zu welchen Zwecken etwas existirt, etwas geschieht, sondern stets nur aus welchen Gründen, d. h. durch welche Kräfte verursacht. Nur indem wir diesen Kräften nachgehen, können wir uns die Erscheinungen in der Natur erklären. Die Dinge scheinen vielfach einen Zweck zu haben. Dies liegt daran, dass in Anbetracht der Erhaltung der Kraft jede Aeusserung derselben eine unendliche Reihe von Folgen hat. Diese Folgen sind gesetzmässige, abhängig vom Stoff, auf den die Kraft wirkt. Da wir demnach bei Vorhandensein gleicher Stoffe immer die gleichen Folgen beobachten, kann es uns scheinen, dass die Kräfte bestimmten Zwecken dienen. Dieser Schein wird um so deutlicher, als das, was wir Stoff nennen, wiederum nur ein Ausdruck von Kraft ist.

Was geschieht, geschieht aus äusserer Nothwendig-

keit, nicht aus innerer. Die Natur kennt keine Zwecke, Absichten, Principien, weil das Wirksame in der Natur die Kräfte sind. Soll ihr Walten zweckmässig sein, so wird ihnen ihre wesentlichste Eigenschaft abgesprochen, nämlich zu walten, wo sie sind, ohne Rücksicht und Wahl. Würden wir auf solche elective Kräfte stossen, dann könnten wir auch von Zwecken in der Natur sprechen. Da wir das Wirken der Kräfte nur am Stoff wahrnehmen können, hätten wir dann einen dem Wirken der Kraft unzugänglichen Stoff. Von einem solchen wissen wir nichts. Denn wo und wie auch immer wir Stoffe treffen, stehen sie unter der Wirkung einer ganzen Reihe von Kräften. Nur durch die Wirkung der Kräfte auf den Stoff erkennen wir den Stoff. Sprechen wir irgend einem Ding auch nur die Schwerkraft ab, so fehlt uns jede Vorstellung, was aus dem Dinge wird. Schwerkraft ist die Anziehungskraft, die die grössere Masse auf die kleinere ausübt. Würde diese aufhören, so würde sich das kleinere Ding in seine Atome auflösen und da auf jedes dieser wieder keine Massenanziehung wirkt, so ist ihr Geschick unfassbar, ihre Existenz unbegreiflich.

Die Ursachen für Werden, Sein und Vergehen jeden Dinges liegen nie in dem Ding sondern stets in dessen Aussenwelt.

Schluss.

Die Bioiden in der Zelle sind das Lebendige, das Trophomigma ist todt. Die Bioiden können aber nicht ohne das Trophomigma leben. Folglich ist das Lebendige die ganze Zelle. Diese aber kann wieder nicht leben, wenn ihr Trophomigma nicht regelmässig ergänzt wird, sie Nahrung erhält. Folglich ist das Lebendige die Zelle mitsammt der Nahrung. Nahrung für die Zelle sind alle möglichen Stoffe, die zum grössten Theil diese Erde zusammensetzen. Also ist das Lebendige die ganze Erde, und da diese nach der KANT-LAPLACE'schen Anschauung ein Product derselben Kräfte ist wie jeder Körper im Weltenraum und ohne die anderen Körper sichtlich in ihrer Eigenart nicht existiren kann, ist das Lebendige die ganze Welt. Die Natur ist das Lebendige, nicht dieser oder jener Körper. Da wir sie als Ganzes aber nicht erforschen können, theilen wir sie und untersuchen die Theile. Wir sind uns dabei klar, dass wir etwas theilen, was begrifflich untheilbar ist.

Weil die Natur ein Ganzes ist, kann ich sie nicht als aus mir und der Aussenwelt bestehend ansehen. Es ist dabei gleichgiltig, ob ich die Aussenwelt als das Reelle oder ob ich die ganze Aussenwelt + mich selbst als nur in meiner Psyche existirend ansehe. Meine Psyche, ich selbst und alles Andere sind Eins. Eine Psyche im Sinne eines Dinges, das gegensätzlich zu allem anderen ist, kann ich nicht haben. Hätte ich sie, so müsste sie dem Einfluss aller Kräfte entzogen sein, so müsste ich durch sie die Kraft begreifen können. Ist die Psyche der Einwirkung von Kräften entzogen, so ist ihre Existenz undenkbar, weil, wo etwas existirt, auch Kräfte wirken. Dadurch existirt nur das Etwas. Einen Begriff von dem was Kraft ist haben wir nicht; denn die Begriffe, die wir von den Kräften haben, sind nur eine Summe von Beobachtungen über die Art, in welcher Kräfte gleichzeitig auf mich und alles

ausserhalb meiner Persönlichkeit wirksam sind, d. h. wie sie in der Welt wirken.

Eine Lichtquelle wirft von mir einen Schatten auf irgend etwas und zwar immer auf irgend etwas. Dieser Schatten wird stets da sein, weil stets irgend etwas da ist. Alle diese irgend etwas + ich stellen die Welt vor und der Schatten ist nicht Folge der Wirkung des Lichtes auf mich oder auf alles andere, sondern Folge der Wirkung auf das Ganze. Das Licht soll Bewegung von Körpern sein. Die ganze Theorie vom Aether, von den Atomen, den Ionen etc. beruht auf der Erfahrung, dass jede Bewegung, also jede Kraftäusserung, an etwas Körperliches gebunden ist; ohne dieses können wir sie nicht beobachten daher nicht begreifen. Alles Körperliche ist ein Ausdruck von Kraft.

Indem die Psyche nichts ist als die Summe unserer persönlichen und der uns überlieferten Erfahrungen, ist sie ebenso das Product von Kräften, die ausser ihr liegen, wie alle Dinge. Wir können uns nichts denken, was nicht beobachtet ist. Wir können Beobachtetes wohl quantitativ und nach gewissen Richtungen qualitativ oder in seinem Zusammenhang denkend verschieben. Diese Verschiebung ist aber wieder nur Folge einer Erfahrung. Könnten wir uns von der Erfahrung losmachen, so besässen wir eben ein Psyche im Sinne etwas zum Körper gegensätzlichen.

Was für die Zelle gilt, gilt für jeden aus Zellen zusammengesetzten Organismus, für jedes Ding, für die ganze Welt. Sie ist nur der Ausdruck von Kräften. Der Mensch hat das immer empfunden. Diese Empfindung war wie alles Empfinden und Denken ein Product seiner Erfahrung. Er sah stets, dass er auf All das, was auf ihn wirkt, einen Einfluss nicht ausüben kann. Dieses Bewusstsein seiner Ohnmacht lässt den Menschen, wo und auf welcher Culturstufe wir ihm begegnen, die Kräfte, die ihn führen und formen, ausser seiner Person suchen. Da er dasselbe für seinen Nachbar wie jedes todte und lebende Ding giltig bemerkt, so wendet er sich mit Gebet und Opfer an die Kräfte, von deren freiem Willen er sein Schicksal abhängig wähnt. Auf unterster Culturstufe sucht er sie, in enger Fühlung mit der Natur, unbefangen in den Körpern, von denen sie zum Theil offenbar ausgehen: im Feuer, der Sonne, der Erde. Dann personificirt er sie. Da er aber sieht, dass diese Persönlichkeit überall wirksam ist, zerlegt er sie entweder in viele Persönlichkeiten oder begabt sie mit der Eigenschaft der Allmacht. Mit dem Begriff der Allmacht, der überall wirkenden Kraft, ist das Gebiet der Naturbeobachtung wieder betreten.

Benutzte Litteratur.

ALTMANN, R., Die Elementarorganismen etc., Leipzig 1894.
—, Bemerkungen zur HENSEN'schen Hypothese von der Nervenentstehung, Arch. f. Anat. u. Phys. 1885.
—, Structur der Zellkerne, Arch. f. Anat. u. Phys. 1892.
—, Einiges über die Mikrologie, Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch., Anat. Abtheil. 1895.
ANDREWS, G. F., Some spinning activities etc., Journ. of Morphology, B. 12.
APÁTHY, Das leitende Element des Nervensystems etc., Mittheilungen a. d. zool. Station zu Neapel 1897.
ARNOLD, Ueber Theilungsvorgänge an den Wanderzellen, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 30.
—, Ueber Structur und Architectur der Zellen, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 52.
AUERBACH, Ueber einen sexuellen Gegensatz in der Chromatophilie etc., Sitz.-Ber. d. d. k. preuss. Academie Berlin 1891.
—, Ueber zweierlei chromatophile Kernsubstanzen, Sitz.-Ber. d. k. preuss. Acad. Berlin 1891.
v. BAER, C. E., Ueber den Zweck in den Vorgängen der Natur, Petersburg 1873/76.
BALLOWITZ, E., Zur Kenntniss der Zellsphäre, Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abtheil. 1898.
BARD, La spécificité etc., Arch. de physiol. 1886.
BARY, DE, Vorlesungen über Bacterien, Leipzig 1885.
BARY, A. DE, Die Erscheinung der Symbiose, Strassburg 1879.
BECHAMP, Les mycrocymas, Paris 1883.
BENDA, C., Weitere Mittheilungen über die Mitochondria, Verhandl. d. Berl. physiol. Ges. zu Berlin 1898/99.
BENEDEN, VAN, Recherches sur la maturation de l'oeuf etc., Leipzig 1887.
BERNARD, CLAUDE, Leçons sur les phénomènes de la vie etc., Paris 1879.
BERTHOLD, Studien über Protoplasmamechanik, Leipzig 1886.
BETHE, Ueber die Primitivfibrillen in den Ganglienzellen etc., Anat. Anz. Bd. 14 Erg. H.
—, Ueber die Primitivfibrillen in den Ganglienzellen von Menschen etc., Morphol. Arbeiten (Schwalbe) 1898.
—, Das Nervensystem von Carcinus maenas, Arch. f. mikrosk. Anat. 1897.
BORGERT, A., Fortpflanzungsverhältnisse bei tripyleen Radiolarien (Phaeodarien), Verhandl. d. deutsch. zool. Ges. 1896.
BORN, G., Die Structur des Keimbläschens im Ovarialei von Triton taeniatus, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 43.
BOUIN, Histogenèse de la glande génitale femelle chez rana temporaria, Arch. di Biologie Bd. 17.
BOVERI, Th., Ueber das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz etc., Jenaische Zeitschr. Bd. 24.
—, Die Befruchtung und Theilung des Eies von Ascaris megalocephala, Jenaische Zeitschr. Bd. 22.

Boveri, Th., Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften, Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morphol. u. Phys. zu München 1889.
—, Ueber die Entstehung des Gegensatzes zwischen den Geschlechtszellen und den somatischen Zellen bei Ascaris megalocephala, Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morphol. u. Phys. zu München 1893.
Brachet, A. und Benoit, J., Sur la régénération du cristallin etc., Bibliogr. anat. Bd. 7.
Braem, J., Ueber den Einfluss des Druckes auf die Zelltheilung etc., Biol. Centralbl. 1894.
Brandt, Ueber Actinosphaerium Eichhornii, Inaug.-Diss. Halle 1877.
—, Ueber die Eifurchung von Ascaris nigrovenosa, Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 28.
—, Ueber active Formveränderungen des Kernkörperchens, Arch. f. mikrosk. Anat. 1874.
Brauer, A., Zur Kenntniss der Spermatogenese von Ascaris megalocephala, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 42.
—, Zur Kenntniss der Herkunft des Centrosoms, Biol. Centralbl. Bd. 13.
Brown, John, The elements of medicine, London 1788.
Brücke, Ernst, Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamaeleons, Ber. d. Wien. Acad. d. Wiss. 1854.
—, Die Elementarorganismen, Sitz.-Ber. d. Wien. Acad. Bd. 44 Abth. II.
Bütschli, O., Protozoa, Bd. I von Bronn, Classen und Ordnungen des Thierreichs (Leipzig u. Heidelberg).
—, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma, Leipzig 1892.
—, Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen, Vortrag, Leipzig 1890.
—, Untersuchungen über Structuren etc., Leipzig 1898.
Chabry, Production expérim. de la segmentation etc., Compt. rend. Soc. Biol. 1888.
—, Contribution a l'embryologie etc., Journ. anat. et phys. 1887.
Chiarugi und Livini, Della influenca della luce etc., Monit. zool. italian. 1897.
Cienkowski, L., Beiträge zur Kenntniss der Monaden, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. I.
Cohnheim, Jul., Vorlesungen über allgem. Pathol., Berlin 1882.
—, Ueber Entzündung, Virchow's Arch. 1867.
Colucci, Sulla regenerazione parziale dell' occhio nei Tritoni, Memor. della R. Academ. di scienz. Bologna 1890 Ser. V Bd. 1.
Crato, E., Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Elementarorganismus, Cohn's Beiträge 1896.
Darwin, Charles, Ueber die Entstehung der Arten, Stuttgart 1876.
—, Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, Stuttgart 1873.
—, Die Abstammung des Menschen, Stuttgart 1883.
Delage, La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité etc., Paris 1895.
Demoor, Jean, Contribution à l'étude de la cellule, Arch. de biologie, Bd. 13.
—, Contribution à l'étude de la physiologie de la cellule, Arch. de biol. 1895.
Dixon, H. H., Abnormal nuclei in the endosperm of Fritillaria imperialis, Annals of Botany 1895.
Driesch, H.. Organisation des Eies, Arch. f. Entw.-Mech. Bd. IV.
—, Zur Analysis der Potenzen embryonaler Organzellen, Arch. f. Entw.-Mech. Bd. II.
—, Ueber rein mütterliche Charaktere an Bastardlarven von Echiniden, Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 7.
—, Experimentelle Veränderungen des Typus der Furchung und ihre Folge, Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 55.
—, Von der Entwickelung einzelner Ascidienblastomeren, Arch. f. Entw.-Mech. 1895.
—, Die Localisation morphogenetischer Vorgänge, Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 8.
—, Ueber Variation der Mikromerenbildung, Mittheil. d. zool. Stat. Neapel 1893.
—, Experimentelle Veränderungen des Typus der Furchung und ihrer Folgen, Zeitschrift f. wiss. Zool. 1892.
—, Resultate und Probleme der Entwickelungs-Physiologie der Thiere, Merkel-Bonnet's Ergebnisse Bd. 8.
—, Entwickelungsmechanische Studien. Der Werth der beiden ersten Furchungszellen etc., Zeitschr. f. wiss. Zool. 1891.
Dubois, R., Anatomie et physiologie de la Pholade dactyle, Anal. de l'Université de Lyon 1892.
du Bois-Reymond, Reden, Leipzig 1886/87.
Ehrlich, P., Beiträge zur Theorie der Bacillenfärbung, Charité Annal. Bd. 11.
—, Farbenanalytische Untersuchungen zur Histologie und Klinik des Blutes, Berlin 1891.

Ehrlich, P., Ueber Immunität durch Vererbung und Säugung, Zeitschr. f. Hyg. u. Infectionskrankheiten 1892.
—, Experimentelle Untersuchungen über Immunität, Deutsche medic. Wochenschr. 1891.
Ehrlich, P., und Lazarus, A., Ueber die Darstellung und Bedeutung der Zellgranula, In Nothnagel, Spec. Path. u. Therapie Bd. 8.
Eimer, R., Die Entstehung der Arten, Jena 1888.
—, Ueber amoeboide Bewegungen des Kernkörperchens, Arch. f. mikrosk. Anat. 1875.
Eismond, Sur la structure des chromosomes, Bibliogr. anat. 1898.
Engelmann, Bacterium photometricum, Pflüger's Arch. Bd. 30.
—, Ueber Reizung contractilen Protoplasmas durch plötzliche Beleuchtung, Pflüger's Arch. Bd. 19.
—, Ueber Licht- und Farbenperception niederster Organismen, Pflüger's Arch. Bd. 29.
—, Beiträge zur Physiologie des Protoplasmas, Pflüger's Arch. 1869.
—, Mikroskopische Untersuchungen über die quergestreifte Muskelsubstanz, Pflüger's Arch., Bd. 7.
—, Contractilität und Doppelbrechung, Pflüger's Arch. Bd. 11.
—, Neue Untersuchungen über die mikroskopischen Vorgänge bei der Muskelcontraction, Pflüger's Arch., Bd. 18.
Erlanger, v., Beiträge zur Kenntniss der Structur des Protoplasma etc., Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 49.
—, Ueber die Befruchtung und erste Theilung etc., Verhandl. d. deutschen zool. Ges. 1896.
—, Neuere Ansichten über die Structur des Protoplasma, Zool. Centralbl. 1896.
Estor, De la constitution élémentaire des tissus, Montpellier 1882.
Fairchild, D. G., Ueber Kerntheilung und Befruchtung bei Basidiobolus ranarum, Jahrb. f. wiss. Botan. 1897.
Fechner, G. R., Elemente der Psychophysik, Leipzig 1860.
Fischel, Ueber Beeinflussung und Entwickelung des Pigments, Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 47.
—, Ueber Regeneration der Linse, Anat. Hefte Bd. 14.
Fischer, Alfr., Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas, Jena 1899.
—, Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien, Jena 1897.
Flemming, in Ergebnisse d. Anat. u. Entwickelungsgesch. Wiesbaden 1896.
—, Weitere Beobachtungen über die Entwickelung der Spermatosomen, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 31.
—, Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen, Arch. f. mikrok. Anat. Bd. 16.
—, Weitere Bemerkungen über den Einfluss von Licht und Temperatur etc, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 48.
—, Ueber das Verhalten des Kernes nach der Zelltheilung, Virchow's Arch. Bd. 77.
—, Ueber den Bau der Bindegewebszellen etc., Zeitschr. f. Biol. 1897.
—, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung, Leipzig 1882.
Freud, S., Ueber den Bau der Nervenzellen etc., Sitz.-Ber. d. Wien. Acad. 1882.
Friedländer, Altes und Neues zur Histologie des Bauchstranges des Regenwurms, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1894.
Frommann, Beobachtungen über Structur und Bewegungserscheinungen des Protoplasmas der Pflanzenzellen, Jena 1880.
Galeotti, Ueber die Granulationen in den Zellen, Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. 12.
Galton, A theory of heredity, Contemp. Rev. 1875.
Gegenbaur, C., Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere, Leipzig 1898.
Gerassimoff, Ueber die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten, Bull. de la société imp. de Natur. de Moscou 1890.
Gierke, Färberei zu mikroskopischen Zwecken, Braunschweig 1885.
Godlewski, E., Ueber die Entwickelung des quergestreiften musculösen Gewebes, Bull. d. Krakauer Acad. 1901.
Götte, Ueber den Ursprung des Todes, Hamburg 1883.
Greenwood, On the constitution and mode of formation of „Food vacuoles“ in Infusoria etc., Philosoph. Transact. of the Royal society of London Bd. 185.
Gruber, Die Frage nach dem Entstehen verschiedener Plasmaschichten, Biol. Centralblatt Bd. VI.
—, Ueber einige Rhizopoden etc., Ber. d. naturforsch. Ges. zu Freiburg i. B. 1888.
—, Ueber künstliche Theilung bei Infusorien, Biol. Centralbl. Bd. 3.
Gurwitsch, Zur Entwickelung der Flimmerzellen, Anat. Anz. Bd. 17.

Haacke, W., Grundriss der Entwickelungsmechanik, Leipzig 1897.
—, Entwickelungsmechanische Untersuchungen, Biol. Centralbl. 1896.
Haberlandt, G., Ueber Einkapselung des Protoplasmas mit Rücksicht auf die Function des Zellkerns, Sitz.-Ber. d. Wien. Acad. 1889.
—, Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen, Jena 1887.
Haeckel, Ernst, Generelle Morphologie der Organismen, Berlin 1866.
—, Die Perigenesis der Plastidule, Berlin 1876.
—, Natürliche Schöpfungsgeschichte, Berlin 1889.
Hammer, Ueber das Verhalten der Kerntheilungsfiguren in der menschlichen Leiche, Inaug-.Diss. Berlin 1891.
Hansemann, Die mikroskopische Diagnose der bösartigen Geschwülste, Berlin 1897.
—, Studien über die Specificität etc., Berlin 1893.
Hansen, Ad., Geschichte und Kritik des Zellenbegriffes in der Botanik, Giessen 1897.
Hartig, R., Lehrbuch der Baumkrankheiten, Berlin 1889.
Hanstein, J. v., Einige Züge aus der Biologie des Protoplasmas, Bot. Abh. Bd. 4.
—, Das Protoplasma, Heidelberg 1880.
Heidenhain, M., Einiges über die sogenannten Protoplasmaströmungen, Sitz.-Ber. d. phys.-medic. Ges. zu Würzburg 1898.
Heitzmann, Mikroskopische Untersuchungen der Thierkörpers, Wien 1883.
—, Untersuchungen über das Protoplasma, Wien. Sitz.-Ber. 1873.
Helmholtz, Vorträge und Reden, Braunschweig 1884.
Henneguy, F., Leçons sur la cellule, Paris 1896.
Hensen, V., Ueber die Nerven im Schwanz der Froschlarven, Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch. 1877.
—, Zur Entwickelung des Nervensystems, Virchow's Arch. Bd. 30.
—, Physiologie der Zeugung, Handbuch der Physiologie Bd. VI 1881.
—, Ueber das Gedächtniss, Kiel 1877.
Hepke, P., Ueber histo- und organogenetische Vorgänge etc., Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 63.
Herbst, Ueber die Regeneration von antennenähnlichen Organen, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 9 u. 13.
Herlitzka, A., Ricercha sulla differenziazone cellulare etc., Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 6.
—, Contrib. al. studio del. capacita evolutiva dei due primi blastomeri etc., Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 2.
—, Sullo sviluppo di embrioni etc., Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 4.
Hermann, L., Lehrbuch der Physiologie. Berlin 1900.
—, Weitere Untersuchungen über das Verhalten der Froschlarven etc., Pflüger's Arch. Bd. 39.
Hertwig, O., Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte, Jena 1898.
—, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies, Morphol. Jahrb. Bd. 1. 2. 4.
—, Die Symbiose etc., Jena 1883.
—, Zeit- und Streitfragen der Biologie, Jena 1894—1897.
—, Die Tragweite der Zellentheorie, in „die Aula“ 1895.
—, Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, Jena 1884.
—, Die Zelle und die Gewebe, Jena 1893.
—, Vergleich der Eier und Samenbildung bei Nematoden, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 36.
Hertwig, R., Ueber die Entwickelung des unbefruchteten Seeigeleies, Festschr. f. Gegenbaur Leipzig 1896.
—, Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen, Morph. Jahrb. 1876.
—, Ueber die Conjugation der Infusorien, Abhandl. d. bair. Acad. d. Wiss. 1889.
—, Lehrbuch der Zoologie, Jena 1900.
His, W., Ueber die sogenannte Amitose, Anat. Anz. 1900.
—, Ueber den Keimhof oder Periblast der Selachier, Arch. f. Anat. u. Phys. 1897.
—, Ueber Zellen- und Syncytienbildung, Abhandl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 1898.
—, Der Keimwall des Hühnereies etc., Zeitschr. f. Anat. u. Entwickelungsgesch. 1876.
—, Die Neuroblasten etc., Abh. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 1889.
Hofer, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss des Kerns auf das Protoplasma, Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 24.
Holl, M., Ueber die Reifung der Eizelle des Huhns, Sitz.-Ber. d. Wien. Acad. d. Wiss., math.-naturwiss. Cl. Bd. 99.

HUIE, L., Changs in cell organs of Drosera rotundifolia, Quart. journ. of micr. science 1897.
HUPPERT, Ueber die Erhaltung der Arteigenschaften, Prag 1896.
HUXLEY, Th., Upon animal individuality, Proc. of the royal institution 1855.
JANSSENS, F. A., et LEBLANC, A., Recherches cytologiques etc., La cellule 1898.
JENSEN, P., Ueber den Geotropismus niederer Thiere, Pflüger's Arch. Bd. 53.
IWANZOFF, N., Ueber die physiologische Bedeutung des Processes der Eireifung, Bull. Soc. Imp. Nat. Mosc. 1897.
KASSOWITZ, Allg. Biologie, Wien 1899.
KEUTEN, Die Kerntheilung von Euglena viridis Ehr., Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60.
KLEBAHN, Ueber das Verhalten der Zellkerne bei der Auxosporenbildung von Epithemia, Bot. Centralbl. 1895.
KLEBS, Ueber den Einfluss des Kerns in der Zelle, Biol. Centralbl. Bd. 7.
—, Ueber die Bewegung und Schleimbildung der Desmidiaceen, Biol. Centralbl. Bd. 5.
KLEIN, Observations on the structure of cells and nuclei, Anat. Journ. of microsc. science 1878—79.
KLEMENZIEWICZ, Neue Untersuchungen über den Bau und die Thätigkeit der Eiterzellen, Mitth. d. Ver. d. Aerzte in Steiermark 1898.
KLEMM, P., Desorganisationserscheinungen der Zelle, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 28.
KOCHS, W., Kann die Continuität der Lebensvorgänge zeitweilig völlig unterbrochen werden? Biol. Centralbl. 1890.
KOELLIKER, v., Ueber die Bedeutung des Zellkerns für die Vorgänge der Vererbung, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42. 44.
—, Handbuch der Gewebelehre, Leipzig 1889/96.
—, Die Energiden von v. SACHS, Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg Bd. 31.
—, Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere, Leipzig 1884.
KORSCHELT, E., Ueber die Bedeutung des Kernes für die thierische Zelle, Naturwiss. Rundsch. 1887.
—, Ueber Kerntheilung etc. bei Oopthytrocha puerilis, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60.
—, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkerns, Zool. Jahrb., Anat. Abth. 1880.
—, Ueber Kernstructuren und Zellmembrane in den Spinndrüsen der Raupen, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 47.
KOSSEL, Untersuchungen über die Nucleine etc., Strassburg 1881.
—, Zur Chemie des Zellkerns, Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 7.
KRASSER, Ueber die Structur des ruhenden Zellkerns, Sitz.-Ber. d. Wien. Acad. 1892.
KÜSTER, in Discussion zum Vortrage OSTWALD, Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu München 1899.
KUPFFER, C., Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern etc., Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch. 1881 Bd. 82.
—, Ueber die Differencirung des Protoplasmas in den Zellen thierischer Gewebe, Schr. d. naturw. Ver. f. Schlewig-Holstein 1875.
LAVDOWSKI, Von der Entstehung der chromatischen und achromatischen Substanz etc., Anat. Hefte 1894.
LEYDIG, FRANZ, Lehrbuch der Histologie, Frankfurt 1857.
—, Zelle und Gewebe, Bonn 1885.
—, Untersuchungen über Anatomie und Physiologie der Thiere, Bonn 1883.
—, Der reizleitende Theil des Nervengewebes, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1897.
—, Altes und Neues über Zelle und Gewebe, Zool. Anz. 1888.
LIST, TH., Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Ablagerung von Pigment, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. VIII.
LOEB, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere, Würzburg 1891 u. 1892.
—, Experiments of cleavage, Journ. of Morphol. Bd. 7.
—, Investigations in physiol. Morphology, Journ. of Morphol. 1892.
—, Ueber die angebliche gegenseitige Beeinflussung der Furchungszellen etc., Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. VIII.
—, Bemerkungen über Regeneration, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. II.
—, Warum ist die Regeneration kernloser Protoplasmastücke unmöglich oder erschwert? Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 8.
LUCIANI, LUIGI, Das Hungern, Hamburg u. Leipzig 1890.
MACFARLANE, The structure and division of the vegetable cell, Transact. of the Bot. Soc. of Edinburgh 1881.
MANN, Die fibrilläre Structur der Nervenzelle, Anat. Anz. Bd. 14 Erg.-H.

Massart, Recherches sur les organismes inférieurs, Bullet. de l'Acad. belgique 1891.
Mathews, Zur Chemie der Spermatozoen, Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 23.
Maupas, Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés, Arch. de zoologie expérim., Bd. 7.
Metzner, Beiträge zur Granulalehre, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1894.
Meves, Zelltheilung, Merkel u. Bonnet's Ergeb. 1899.
Miescher, Verhandl. d. naturf. Gesellsch. in Basel 1874.
Mitrophanow, P., Note sur la division des noyaux etc., Arch. de zool. expér. 1895.
Mohl, H. v., Ueber die Saftbewegung im Innern der Gewebe, Botan. Zeitg. 1846.
Morgan, T. H., Experim. Studies of the Regener. of Planaria maculata, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 7.
Mühlmann, Wachsthum und Alter, Biol. Centralbl. 1901.
Müller, Erik, Ueber die Regeneration der Augenlinse etc., Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 47.
Münden, Max, Beitrag zur Granulalehre, Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abth., 1896.
Nägeli, Die Glitschbewegung etc., Pflanzenphysiol. Untersuchungen H. 1.
—, Die Bewegung im Pflanzenreiche, 1860.
—, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, München 1884.
Nansen, Fritjof, Die Nervenelemente etc., Anat. Anz. 1887.
—, The structure and combination of the histological elements etc., Bergen's Museums Aarsberetning 1887.
Nernst, W., Theoretische Chemie, III. Aufl. Stuttgart 1900.
Nussbaum, Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung und Vererbung, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 61.
—, Die mit der Entwickelung fortschreitende Differenzirung der Zellen, Sitz.-Ber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk. zu Bonn 1894.
—, Ueber die Theilbarkeit der lebendigen Materie, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 26.
Oltmanns, Ueber die photometrischen Bewegungen der Pflanzen, Flora 1892.
Orth, J., Ueber die Entstehung und Vererbung individueller Eigenschaften, Festschrift f. v. Kölliker, Leipzig 1887.
Ostwald, Periodisch veränderliche Reactionsgeschwindigkeiten, Verhandl. deutscher Naturf. u. Aerzte, München 1899.
—, Lehrbuch der allg. Chemie, Leipzig 1891.
Peter, Karl, Das Centrum für die Flimmer- und Geisselbewegung, Anat. Anz. Bd. 15.
Pfeffer, Locomotorische Richtbewegungen, Berichte d. deutsch. Botan. Gesellsch. Berlin 1883.
Pfitzner, W., Das Epithel der Conjunctiva, Zeitschr. f. Biol. Bd. 34.
Pflüger, E., Ueber den Einfluss der Schwerkraft auf die Theilung der Zellen, Pflüger's Arch. Bd. 31 u. 32.
—, Ueber die Einwirkung der Schwerkraft und anderer Bedingungen auf die Richtung der Zelltheilung, Pflüger's Arch. Bd. 34.
—, Ueber die allgemeinen Lebenserscheinungen, Bonn 1889.
Pouchet, F. A., Sur la mutabilité de la coloration des reinettes etc., Compt. rend. Bd. 26.
Preyer, W., De Haemoglobino etc., Inaug.-Diss. Bonn 1866.
—, Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens, Berlin 1880.
Quincke, G., Capillaritätserscheinungen an der gemeinsch. Oberfl. zweier Flüssigkeiten, Ann. d. Phys. u. Chemie 1870.
—, Ueber periodische Ausbreitung von Flüssigkeitsoberflächen etc., Annal. d. Phys. u. Chemie 1888.
—, Ueber Protoplasmabewegung und verwandte Erscheinungen, Naturf. Versamml. Heidelberg 1889.
Rabl, C., Ueber Zelltheilung, Morph. Jahrb. Bd. X.
Rauber, Thier und Pflanze, Leipzig 1881.
—, Ueber thierisches Protoplasma, Biol. Centralbl. Bd. 2.
—, Neue Grundlegungen zur Kenntniss der Zelle, Morphol. Jahrb. 1883.
Recklinghausen, v., Handbuch der allgem. Pathologie, Stuttgart 1883.
Reinke, F., Grundzüge der allgemeinen Anatomie, Wiesbaden 1901.
—, Zellstudien, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 43. 44.
Reinke, J., Einleitung in die theoretische Biologie, Berlin 1901.
—, Die Welt als That, Berlin 1899.
Remak, Rob., Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere, Berlin 1851/55.
—, Ueber ein selbstständiges Darmnervensystem, Berlin 1847.

Rhumbler, L., Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 7.
—, Versuch einer mechanischen Erklärung der indirecten Zell- und Kerntheilung, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 8.
—, Allgem. Zellmechanik, Merkel-Bonnet's Ergeb. 1899.
Ribbert, H., Lehrbuch der allgem. Pathologie etc., Leipzig 1901.
—, Zur Conservirung der Kerntheilungsfiguren, Centralbl. f. allgem. Path. u. pathol. Anat. Bd. I.
Röthig, Ueber Linsenregeneration, Inaug.-Diss. Berlin 1898.
Rohde, Histologische Untersuchungen über das Nervensystem der Hirudineen, Zool. Beitr. Bd. 3.
Romanes, G. J., Darwin und nach Darwin, Leipzig 1892/97.
Rosen, F., Ueber tinctiorelle Unterscheidung verschiedener Kernbestandtheile und der Sexualkerne, Beitr. z. Biol. d. Pflanze Bd. 5.
Rossbach, Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen etc., Arb. a. d. zool. Instit. zu Würzburg 1874.
Roux, W., Beiträge zur embryonalen Entwickelungsmechanik, Breslauer ärztliche Zeitschr. 1884.
—, Beiträge zur Entwickelungsmechanik des Embryo, Breslauer ärztliche Zeitschr. 1885.
—, Der Kampf der Theile im Organismus etc., Leipzig 1881.
Rückert, J., Zur Entwickelung des Selachiereies, Anat. Anz., Bd. VII.
—, Ueber das Selbständigbleiben der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz etc., Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 45.
Ryder, Diffuse pigmentation of the epidermis of the oyster etc., Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia 1892.
Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, Leipzig 1887.
—, Lehrbuch der Botanik, Leipzig 1874.
Sargant, Direct nuclear division etc., Annals of Botany 1896.
Schenk, F., Kritische u. experim. Beiträge zur Lehre von der Protoplasmabewegung und Contraction, Pflüger's Arch. Bd. 66.
Schleicher, Nouvelles communications sur la cellule cartilagineuse vivante, Bull. de l'acad. roy. belg. 1879.
Schleiden, Beiträge zur Phytogenesis, Müller's Arch. 1838.
Schmitz, Beobachtungen über die vielkernigen Zellen der Siphonocladiaceen.
—, Untersuchungen über die Structur des Protoplasma etc., Sitz.-Ber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk. zu Bonn 1880.
Schottländer, Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen, Beitr. z. Biol. d. Pflanze Bd. 6.
Schrön, Ueber das Korn im Keimfleck etc., Moleschott's Unters. z. Naturl. Bd. 9.
Schultze, Max, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzelle, Leipzig 1863.
—, Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe, Müller's Arch. 1861.
Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie, Erlangen 1881.
Schwann, Th., Ueber die Analogie in der Structur und dem Wachsthume der Thiere und Pflanzen, in Froriep's Neue Notizen 1838 Nr. 91. 103. 112.
—, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen, Berlin 1839.
Schwarz, Frank, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des pflanzlichen Zellkerns etc., Cohn's Beiträge 1887.
—, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas, Beitr. z. Biol. d. Pflanze Bd. 5.
—, Der Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung von Chlamydomonas und Euglena, Sitz.-Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 2.
Schwendener, Ueber die durch Wachsthum bedingte Verschiebung kleinster Theilchen in trajectorischen Curven, Sitz.-Ber. d. kgl. preuss. Acad. d. Wiss. 1880.
Sedgwick, On the inadequacy of the cellular Theory of development and on the early development of nerves etc., Quarterly Journal of microsc. science 1886.
Selenka, Zur Befruchtung des thierischen Eies, Biol. Centralbl. Bd. 5.
Siedlecki, Etude cytologique etc., Ann. Inst. Pasteur 1899.
Sobotta, Die Reifung und Befruchtung des Wirbelthiereies, Ergebn. d. Anat. u. Entwickelungsgesch. 1896.
Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Berlin 1874.
—, Die Schäden der einheimischen Kulturpflanzen, Berlin 1888.
Spencer, Herb., Principien der Biologie, II. Bd. des Systems der synthetischen Philosophie, Stuttgart 1876/77.

Spitzer, Beiträge zur Descendenztheorie und zur Methodologie der Naturwissensch., Leipzig 1886.
Stahl, Zur Biologie der Myxomyceten, Bot. Zeitg. 1884.
—, Ueber den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung, Bot. Zeitg. 1888.
Stöhr, Ad., Letzte Lebenseinheiten, Leipzig, Wien 1897.
Strasburger, E., Studien über das Protoplasma, Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1876.
—, Studien über das Protoplasma, Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. 1876.
—, Zellbildung und Zelltheilung, 1880.
—, Cytologische Studien etc., Jahrb. f. wissensch. Botan. Bd. 33.
—, Ueber den Theilungsvorgang der Zellkerne etc., Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 21.
—, Die Controversen der indirecten Kerntheilung, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 23.
—, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen, Jena 1878.
Strasser, Alte und neue Probleme der entwickelungsgesch. Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems, Ergebn. d. Anat. u. Entwickelungsgesch. (Merkel u. Bonnet) 1892.
Tornier, G., Ueber Hyperdactylie etc., Arch. f. Entw. 1896.
Turner. Notes on the chromophilic material etc., Brain 1899.
Unna, Ueber die neueren Protoplasmatheorien etc., Deutsch. Med. Zeitg. 1895.
Verworn, Max, Die physiologische Bedeutung des Zellkerns, Pflüger's Arch. Bd. 51.
—, Studien zur Physiologie der Flimmerbewegung, Pflüger's Arch. Bd. 48.
—, Allgem. Physiologie, Jena 1898.
—, Die Bewegung der lebendigen Substanz, Jena 1892.
—, Psycho-physiologische Protistenstudien, Jena 1889.
Virchow, H., Ueber das Dottersyncytium etc., Verhandl. d. anat. Ges. 1894.
Vries, de, Intercellulare Pangenesis, Jena 1889.
Wagner, M., Die Entstehung der Arten etc., Basel 1889.
Waldeyer, W., Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 32.
—, Untersuchungen über die Histogenese einiger Horngebilde etc., Festgabe f. Henle, Bonn 1882.
—, Die neueren Ansichten über den Bau und das Wesen der Zelle, Deutsche med. Wochenschr. 1895.
Weismann, A., Beiträge zur Kenntniss der ersten Entwickelungsvorgänge im Insectenei, Festschrift f. Henle 1882.
—, Thatsachen und Auslegungen in Bezug auf Regeneration, Anat. Anz. Bd. XV.
—, Neue Gedanken zur Vererbungsfrage, Jena 1895.
—, Ueber die Vererbung, Jena 1883.
—, Amphimixis, Jena 1891.
—, Ueber die Dauer des Lebens, Jena 1882.
—, Die Continuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung, Jena 1885.
Weiss, B., Zur Kenntniss der von versprengten Nebennierenkeimen ausgehenden Geschwülste, Ziegler's Beitr. Bd. 24.
Wiedersperg, v., Beobachtungen über Entstehen und Vergehen der Samenkörper bei Triton, Wien. med. Jahrb. 1886.
Wilson, Amphioxus and the mosaik theory, Journ. of. morphol. 1893.
—, Archoplasma, Centrosoma and Chromatin etc., Journ. of Morph. Bd. XI.
Witt, O. N., Zur Theorie des Färbeprocesses, Färber-Zeitg. 1890/91.
Winogradsky, S., Ueber Schwefelbacterien, Bot. Zeitg. 1887.
Wolff, Gust., Weitere Mittheilungen zur Regeneration der Urodelenlinse, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. XII.
—, Entwickelungsphysiol. Studien. I. Die Regeneration der Urodelenlinse, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. I.
—, Zur Frage der Linsenregeneration, Anat. Anz. Bd. 18.
Zacharias, Untersuchungen über Pseudopodienbildung, Biol. Centralbl. Bd. V.
—, Beiträge zur Kenntniss des Zellkernes und der Sexualzellen, Bot. Zeitg. 1887.
Ziegler, H. E., Experimentelle Studien über die Zelltheilung, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 7.
Zimmermann. Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns, Jena 1896.
Zinoffsky, Ueber die Grösse des Hämoglobinmoleküls, Zeitschr. f. physiol. Chemie 1885.
Zur Strassen, O. L., Ueber die Riesenbildung bei Ascariseiern, Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. 7.

Register.

Abrin 237.
Acraspeden 128.
Activ 55, 117.
Additionszelle 40.
Adelea ovata 86.
Aethalium 192.
Affinität 146.
Algensporen 194.
Algenzelle 139, 243.
Alloplasmatische Organe 56.
Aloë verrucosa 87.
Alterserscheinungen 257.
Amitose 33, 111.
Amoeba limax 163.
Amoeba lobosa 190.
Amoeba Proteus 93.
Amöbe 119.
Amöbe mit Vacuolen 117.
AmöboideBewegung 35, 190.
Amphipyrenin 109.
Anaplasie 249.
Anionen 210.
Anlagen 240.
Anneliden 133.
Anpassung 145, 148, 152, 155, 163, 166, 238, 252.
Anthoceros 84.
Arbacia 211.
Arten 174, 180.
Artzelle 134.
Ascaris 81, 85, 228.
Ascaris nigrovenosa 186.
Ascidienei 134.
Athmungsorgane 177.
Atyoida Potimirin 144.
Auge 178.
Augenregeneration 140.
Auswahlsvermögen 165.
Autoblasten 49.
Autoisoplassonten 212.
Autokineonten 212.
Automerizonten 212.

Bacteriaceen 47.
Bacterien 66, 103, 219, 238.
Bacterium chlorinum 195.
Bacterium photometricum 195.
Bärenthierchen 219.
Basalkörperchen 187.
Basidiobolus 86.
Bastard 91, 236.
Beeinflussung der Stoffe auf einander 234.
Befruchtung 110, 241.
Befruchtung der Infusorien 86, 111.
BefruchtungstheorieO.Hertwig's 81.
Beggiatoa mirabilis 48.
Beobachtungsfähigkeit 222.
Beroë ovata 134.
Bewegung durch chemische Anziehung 123.
Bewusstsein 127.
Bierhefezellen 65.
Bildungskraft 163.
Bildungstrieb 174.
Bindegewebe 245.
Bioblasten 63, 65.
Biogene 56, 229, 240.
Biogenetisches Grundgesetz 156.
Bioiden 73, 74, 97, 98, 101, 106, 107, 113, 150, 157, 163, 181, 184, 198, 229.
Biologische Gesetze 48.
Biophoren 56, 229.
Blatta 144.
Brown'sche Molekularbewegung 206.
Bryonia dioica 87, 185.

Capillaraffinität 63.
Carchesium 87.
Carcinom 241.
Carcinomcachexie 246.
Carnoy's Gemisch 28.
Causalharmonie 143.
Cecidien 243.
Centralkörper = Centrosom.
Centrosom 57, 61, 85, 161.
Cerianthus membranaceus 133, 141, 142.
Characeen 109, 112.
Chemotaxis 191.
Chemotropismus 182, 191.
Chloroform 126.
Chlorophyllkörner 98, 99, 113, 172, 195.
Chloroplasten 58, 172.
Chorda 37.
Chromatinfäden 110.
Chromatische Substanzen 35, 72, 79, 103, 109, 112.
Chromatophoren 58, 195.
Chromoplasten 58.
Chromosome 78, 111, 228.
Chromsalze 28.
Cilien 185, 187.
Circulationsbewegung 184.
Closterium 95.
Coagulation 6.
Coelenteraten 128.
Cohärenz 146.
Cohärenz der Zelle 106, 107.
Colloide 4.
Colpidium colpoda 86.
Compositen 185.
Compositionsharmonie 143.
Conjugationsepidemie 52.
Continuität des Lebens 216.
Contractionsfähigkeit 186.
Craspedoten 128.
Ctenophoren 159, 160.
Cucurbitaceen 185.
Cucurbita pepo 184.
Curare 127.
Cytarme 212.
Cytochorismus 212.
Cytoden 47.
Cytolinin 62, 63.
Cytolisthesis 212.
Cytoplasma 83.
Cytotropismus 212.

Darwinismus 166, 238.
Deduction 221.
Dendriten 129.
Denken 131.
Desmidiaceen 184, 195.
Determinanten 229.
Diatomeen 195.
Differenzirung 134, 138, 140.

Difflugien 165.
Diffusion 122.
Dinoflagellaten 110.
Diosmose 113.
Dominantenlehre 240.
Drang zur Vervollkommnung 174.
Drosera rotundifolia 89.
Dytiscus marginalis 88.

Echinus 159, 211, 237.
Eierstock 230.
Eigenfunction 149.
Eigenschaften der Stoffe 105, 140, 240.
Eikern 229.
Einseitige Eigenschaften 6.
Eiweiss 102, 182, 215.
Eizelle 223.
Ektoplasma 183, 190.
Elektricität 210.
Elementarorganismus 47, 105.
Elementarkörner 63.
Embryo 259.
Empfindung 129.
Enchylema 60.
Energide 55.
Energie, Vernutzung der 122.
Entoplasma 183, 190.
Entwickelung der Nervenfaser 38.
Entwickelung der Nervenzelle 37.
Epigenese 229.
Epithelzelle 244.
Equisetum limosum 184.
Erbgleichheit 134.
Erbungleichheit 239.
Eristalis 254.
Ersatzdeterminanten 133.
Euglena viridis 111.
Evolution 229.
Excret 100, 115.
Experiment, biologisches 118.

Fadengerüstlehre 61.
Fähigkeiten 140, 211.
Fällung 6.
Färbung der Gewebe 8.
Farben 172.
Fettgewebe 72.
Fettzellen 115.
Fibrillen der Nervenzelle 40, 69, 107, 124, 129, 130.
Fieber 246.
Fila 60, 75.
Fixation der Gewebe 4.
Flechte 248.
Flimmern 187, 200.
Flügel 176.
Foraminiferen 164.
Formed material 56.
Fortpflanzung 82, 92.
Fortpflanzung als Ursache des Todes 253.
Fortpflanzungszelle i. Gegensatz zu anderen Zellen 44.
Freie Kerne 31.
Fritillaria imperialis 111.
Function 149.
Functionelle Anpassung 148.
Functionsharmonie 143.
Furchungskern 84, 229.
Furchungszellen 134, 135, 211.

Gallen 243.
Gedächtniss 130.
Geisseln 185, 187, 200.
Gelatinirte Colloide 5, 63.
Gemmen 56.
Gemmulae 54, 56, 229.
Geotropismus 194, 203.
Gerinnung 6.
Germinal mater 56.
Geschwülste 241.
Gesetz 48.
Gewebe 46.
Glitschbewegung 184.
Granula 63, 69, 80, 108, 160.
Granulin 49.
Gregarinen 186.
Gymnogramme 110.

Hämoglobin 216.
Harmonie 143, 236.
Hautzellen 132.
Heliotropismus 191.
Heterodynamische Theilung 160.
Heteromorphose 133, 134, 137, 141, 142.
Hodensecret 151.
Holothurieneier 96.
Hungertod 68, 77, 107, 251.
Hyaloplasma 61, 64, 69, 183.
Hydrotopismus 192.

Id 229.
Idioblasten 56, 229, 230.
Idioplasma 81, 95, 134, 173, 235.
Idioplasmatheilchen 54, 229.
Infectionskrankheiten 246.
Infusorien 119, 219, 253.
Insecten 255.
Interfilarmasse 60.
Ionen 10, 210.
Irritabilität 204.
Isoëtes 84.
Isolirung der marklosen Fasern 125.
Isolirter Kern 48, 103.
Isotropie des Protoplasmas 96, 150.

Kampf der Zellen 150, 151.
Kampf ums Dasein 166, 169, 179.
Karyolinin 80.
Karyomitom 79.
Kationen 210.
Keime 218.
Keimbläschen 223.
Keimplasma 176, 236.
Keimstoff 135.
Keimzellen 236.
Kern 79.
Kern als Befruchtungsorgan 81, 85, 89, 93, 95, 97.
Kern als Bewegungsorgan 93.
Kern als Nervencentralorgan 94.
Kern als Oxydationsorgan 90, 106.
Kern als Psyche 94.
Kern als Stoffwechselorgan 91.
Kern als Verdauungsorgan 87, 96.
Kernbewegungen 185.
Kernbioiden 223, 230.
Kerncomplexe 82.
Kern der Nervenzelle 39, 67, 78, 97, 112.
Kern der Pflanzenzelle 227.
Kern des Spermatozoon 225.
Kernfaden 227.
Kernfarbstoffe 104.
Kerngerüst 109.
Kerngrenzen 86.
Kernkörperchen 79, 80, 109, 225, 227.
Kernmembran 96, 109, 122.
Kernnetz 109, 227, 229.
Kernort 89, 111.
Kernplatte 227.
Kernpseudopodien 89, 96.
Kern, Reifeerscheinungen 110.
Kernsaft 80, 109.
Kernsegmente 111.
Kerntheilung 77, 82, 84, 161.
Kernzerschnürung 33.
Kiemen 176.
Kinoplasma 64.
Klima 166.
Körnerplasma 183.
Kosmozoëntheorie 213.
Kraftlinien 162.
Künstliche Zelle 157.
Kunstproducte 65.

Lagenidium syncytiorum 82.
Lamellensystem 63.
Lanthaninkörner 80.
Lebendige Substanz 69, 72, 76, 98, 100, 108, 158, 177, 180, 203, 212.
Lebensformen 73.
Leiche 252.
Leukoplasten 58.
Licht, Production von 209.
Lichtstimmung 195.

Lilium martagon 111.
Linin 79, 109.
Linsenregeneration 133, 147.
Lösungen 10.
Lumbricus 142.
Lungen 176.
Lymphkörperchen 30.

Membran 121.
Metachromasie 8.
Metaplasma 60.
Metaplasmen 256.
Metastasen 245.
Metastructuren 66.
Methode 3.
Micellen 173.
Micellgruppen 57, 229.
Mikrocentrum 58.
Mikrosomen 63.
Mimicry 171.
Missbildung 250.
Mitochondrien 65.
Mitom 60.
Mitoplasma 64.
Moneren 47, 215.
Morphologische Einheiten 57.
Mosaiktheorie 134.
Muskelcontraction 186.
Muskelzellen 72, 186.

Nährböden 217.
Nahrungsstoffe 98.
Nais 142.
Narkose 127.
Naturwissenschaftliche Gesetze 48.
Nebenreactionen 7.
Negerkinder 156, 173.
Nemertine 152.
Neovitalismus 201.
Nervenbahnen 130.
Nervenendigungen 125.
Nervenzelle, Ernährung der 123, 126.
Neubildungen, pflanzliche 245, thierische 241.
Neurit 129.
Neuroblasten 38.
Nierenzellen 116.
Nuclein 79, 102.
Nucleocentrosom 111.
Nucleohyaloplasma 227.
Nucleoli = Kernkörperchen.
Nucleololi 80, 110.
Nucleomikrosomensubstanz 227.
Nucleoplasma 80, 226.

Oberflächenenergie 62.
Oberflächenspannung 120, 190.
Oedematinkugeln 79.
Oedogonium 82.
Oelschicht, Quincke's 121.
Offe 55, 106.
Ohr 178.
Orbitoteles complanatus 90.
Orchideen 172.
Organ 46, 91, 107.
Organismus 45, 47, 107, 112.
Organoide 50.
Orthonectiden 253.
Oscillarien 195.
Oxychromatinkörner 80.
Oxydation 209.

Palämon 140.
Palinurus 140.
Pangenen 56, 229.
Paralinin 80, 109.
Paramitom 60.
Paranuclein 80.
Paraplasma 61, 75.
Paraplast 48.
Pelomyxa 195.
Phagocyten 257.
Phototaxis 191.
Phyllium siccifolium 172.
PhysiologischeEinheitSpencer's 56, 229.
Physoden 63.
Pigmentbildung 172.
Pilze 58, 98.
Pisum sativum 87.
Planaria maculata 137.
Plasmodien 192.
Plasmosome 64.
Plasome 57, 229.
Plastidulen 54, 56, 75, 229, 239.
Plastin 79.
Plastinlamellen 63.
Plastinnetze 64.
Pneumathoden 113.
Polkörperchen 38.
Polyphemus pediculus 187.
Porcella 140.
Postgeneration 135.
Primordialschlauch 113.
Probien 215.
Proteus anguineus 172.
Protoblasten 45.
Protoplasma 59, 75, 76.
Protoplasmaconsistenz 67.
Protoplasma der Nervenzelle 112.
Protoplasmafäden 53.
Protoplasmanetze 64.
Protoplasmastrahlen 161.
Protoplast 55.
Protoplastin 60.
Protozoon 155.
Protozoen, Bewegung 116.
Protozoen, Empfindung 128.
Pseudopodien 183, 187, 190.
Pseudowaben 62, 63, 80.
Psyche 94, 130, 261.
Psychophysik 94.
Pulex 254.
Pyrenin 109.

Rabl's Mitosetheorie 84.
Radiolarien 111, 190.
Reactionsgeschwindigkeit 189.
Reactionsverlauf 7.
Reductionstheilung 51, 95, 151.
Reflex 127.
Regeneration 133, 134, 136, 139, 142, 144, 238.
Regenerationsgewebe 142, 145.
Reifungstheilung 228.
Reiz 137, 201.
Reize der Nervenzellen 126.
Reservezellen 37, 241.
Resorption 36.
Rhizopoden 190.
Rhumbler's Versuch 118.
Richtungskörper 38.
Rindenreizung 125.
Rotation 184.
Rotatorien 219.

Saccharomyces Ludwigii Hansen 112.
Saftstrom in Pflanzen 113.
Saftstrom in Thieren 113.
Salzlösungen 10.
Samenkern 229.
Samenkorn 218, 220.
Saprolegnia 188.
Sarcom 241.
Sarcophaga 254.
Sauerstoff 182, 208.
Scheintod 219.
Schichtung des Kerns 86.
Schleimpilze 192.
Schwärmsporen 194, 206.
Schwammwerk Leydig's 60.
Schwere 148, 240.
Secret 100, 115.
Secretionszellen 115.
Seeigelei 134, 136.
Selachierperiblast 112.
Selaginella 188.
Selection 166.
Selbstdifferenzirung 137, 141.
Selbstgestaltung 150, 212.
Selbstregulation 21.
Selbsttheilung 212.
Selection 133, 180.
Sinnesorgan 128.
Spaltpilze 241.
Specifität 134, 141, 152.
Spelerpes 114.
Spermatiden 151.
Spermatocyten 151.
Spermatogonien 151.
Spermatozoon 85, 151, 188, 251.
Spinnen 178.
Spirogyra 83, 201.
Spongioblasten 31, 38.
Spongioplasma 60, 65, 69.

Sterben 252.
Stirps 229.
Stoff 176.
Stoffwechsel 101, 206, 212, 250.
Sublimatfixation 69.
Surirella 184.
Symbiose 243.
Sympathische Färbung 170.
Syncytien 59, 82.
Synkaryose 32.

Tardigraden 219.
Theilung der Nervenzelle 37, 39.
Theilungsmechanik 158.
Theilungsebene 158.
Thermotaxis 191.
Thermotropismus 191.
Tiger 177.
Tod 91, 157, 250.
Tradescantia virginica 82.
Triton 144.
Tritonei 134, 223, 232.
Trophomigma 73, 97, 114.
Trophoplasma 64.
Tropismen 116.
Tuberkelbacillus 222.
Tumoren 241.

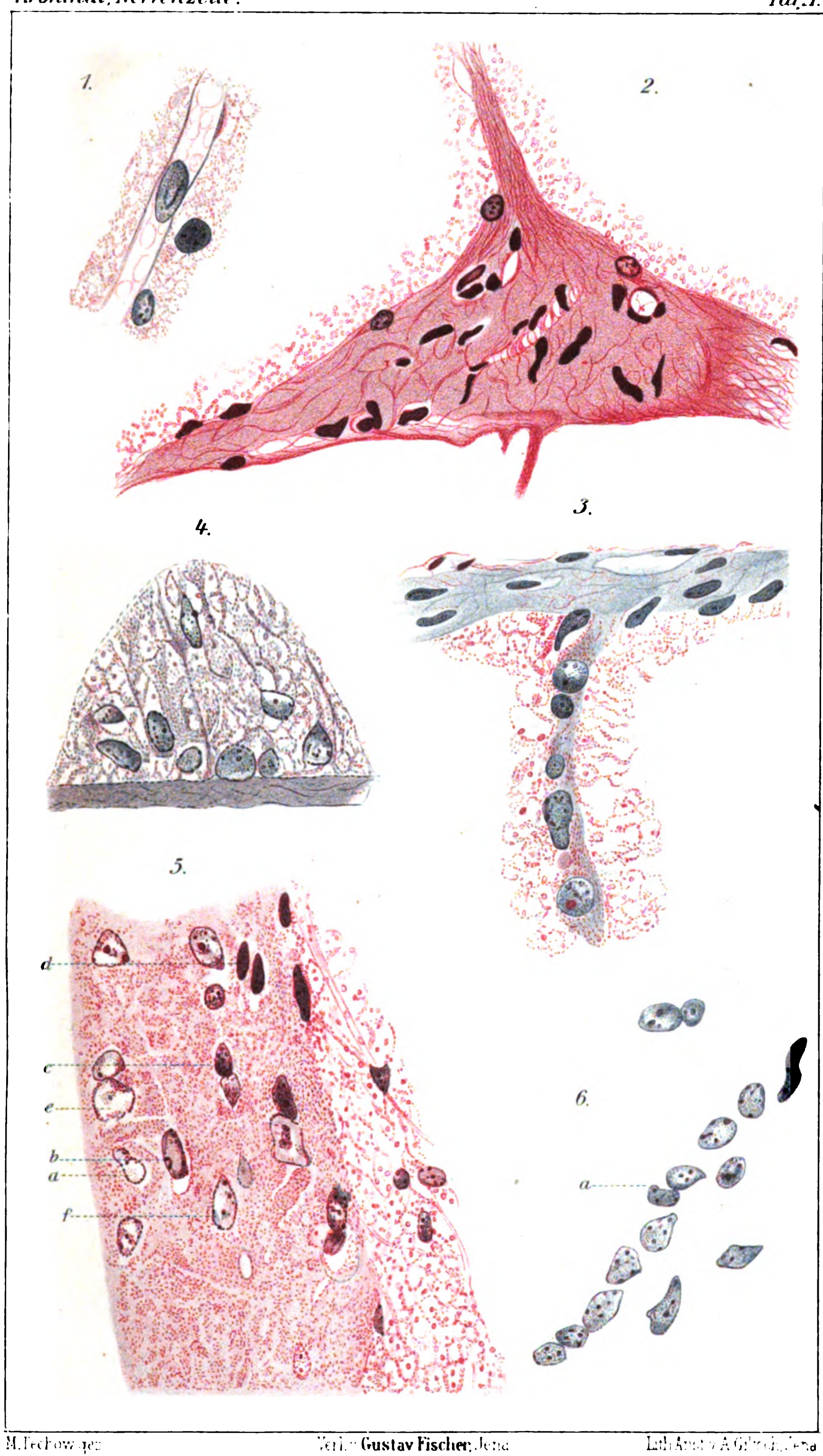
Unsterblichkeit 252.
Unterscheidungsvermögen 222.
Ursubstanz 59.
Urzelle 103, 215.
Urzeugung 212.

Vampyrella Spirogyrae 201.
Vegetative Vermehrung 133.
Verbrennung 209.
Vererbung 91, 155, 162, 222.
Vererbung psychischer Eigenschaften 240.
Vicia faba 109.
Vitalismus 200, 219.

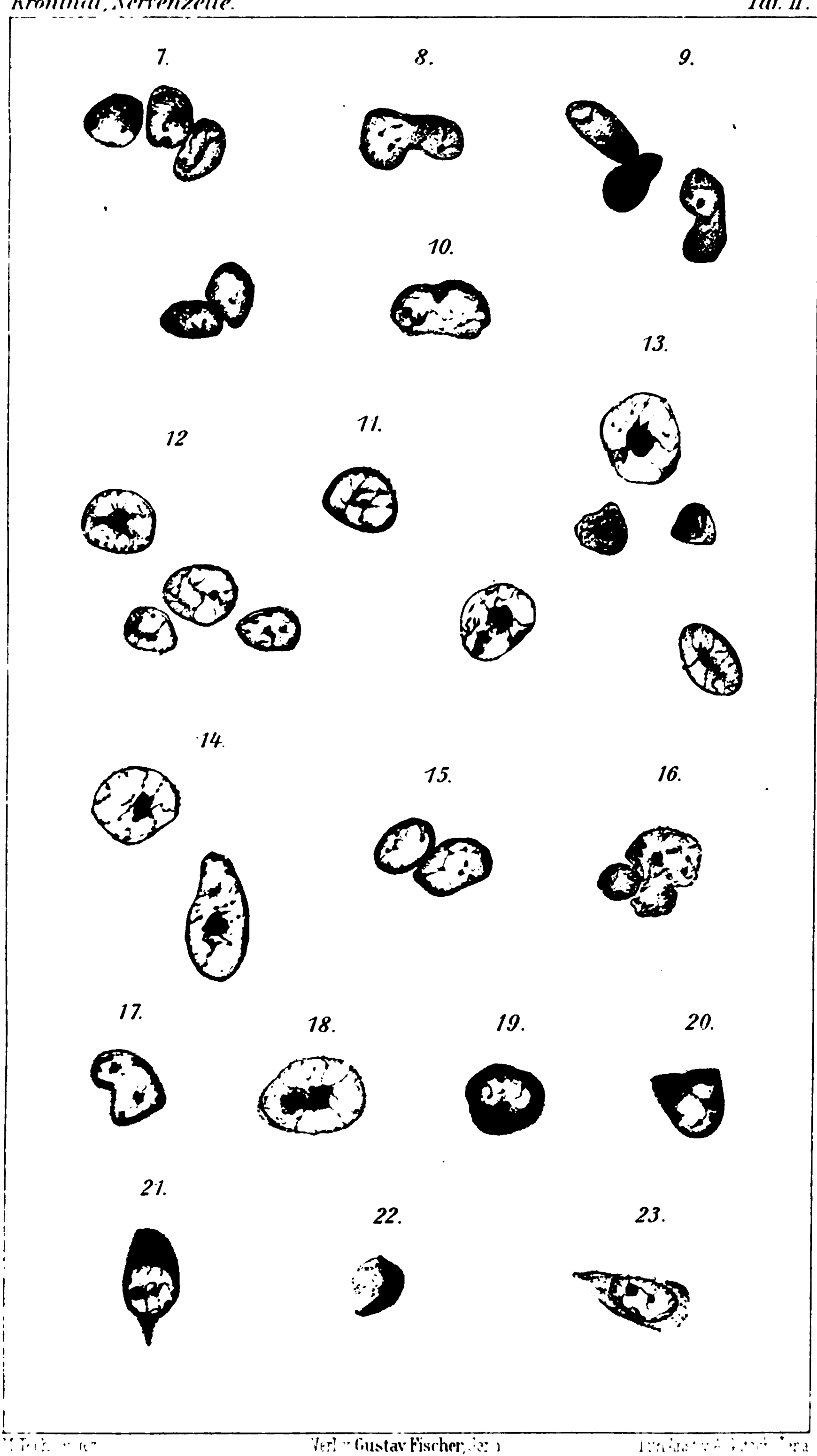
Wabentheorie Bütschli's 5, 61, 77, 120.
Wachsen 46, 155, 157.
Wärme 208.
Waffen 167.
Wanderzellen 29, 130.
Warze 248.
Willensbestimmung 132, 174.
Willkürliche Bewegungen 126.
Wimpern 187.

Zelle als Elementarorganismus 45, 105.
Zelle als Filter 115.
Zelle, pflanzliche 98, 102, 109.
Zelle, thierische 98, 102.
Zweckmässigkeit 133, 152, 174, 238.
Zellinhalt, physikalisch 121.
Zelltheilung 52, 57, 82, 84. 155, 158, 162.
Zellverschmelzung 32, 35.
Zeugungskreis 81, 258.
Zielstrebigkeit 174.
Zuchtwahl 166, 169, 179.
Zufall 168.

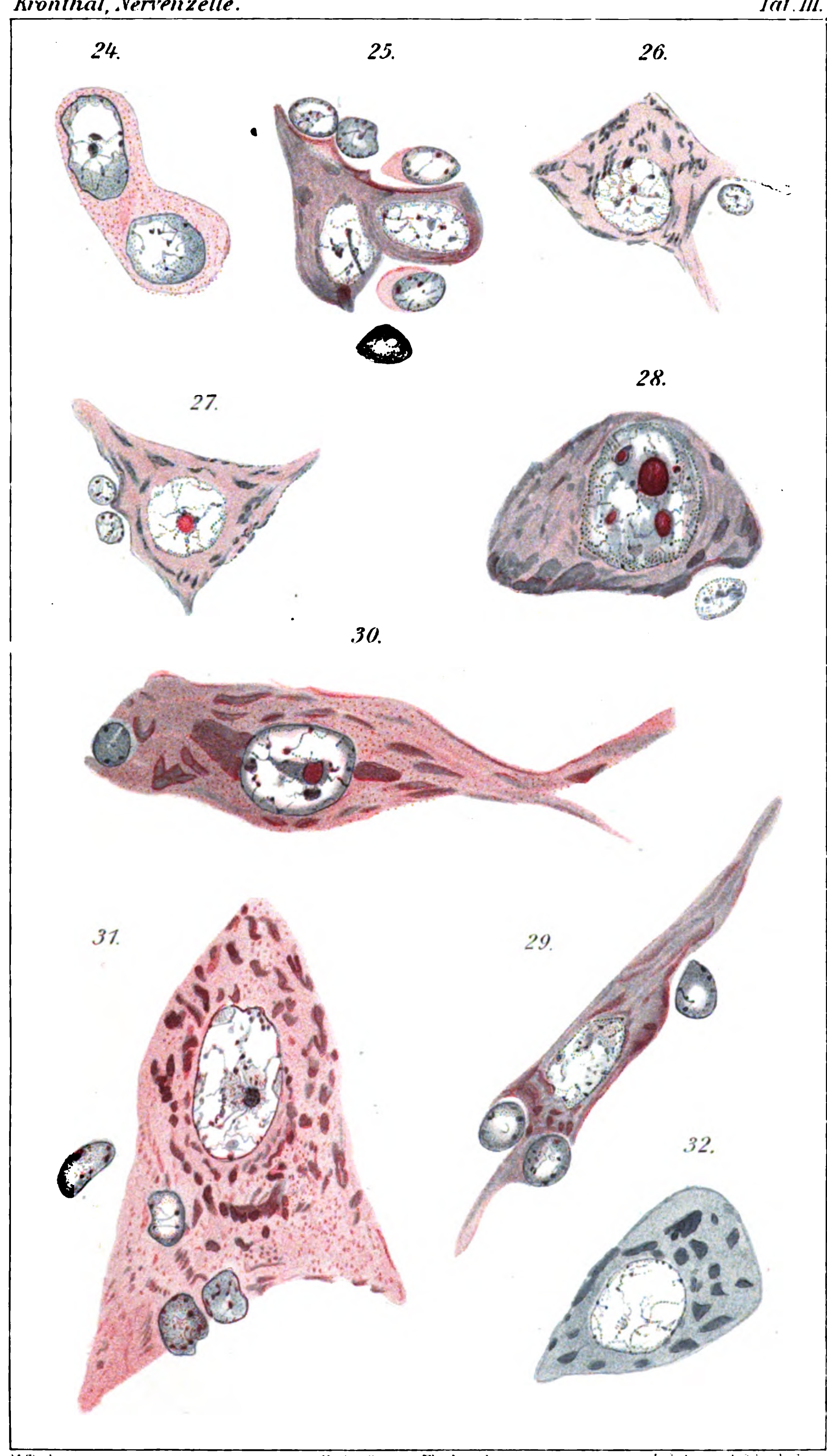
Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdruckerei), Naumburg a. S.



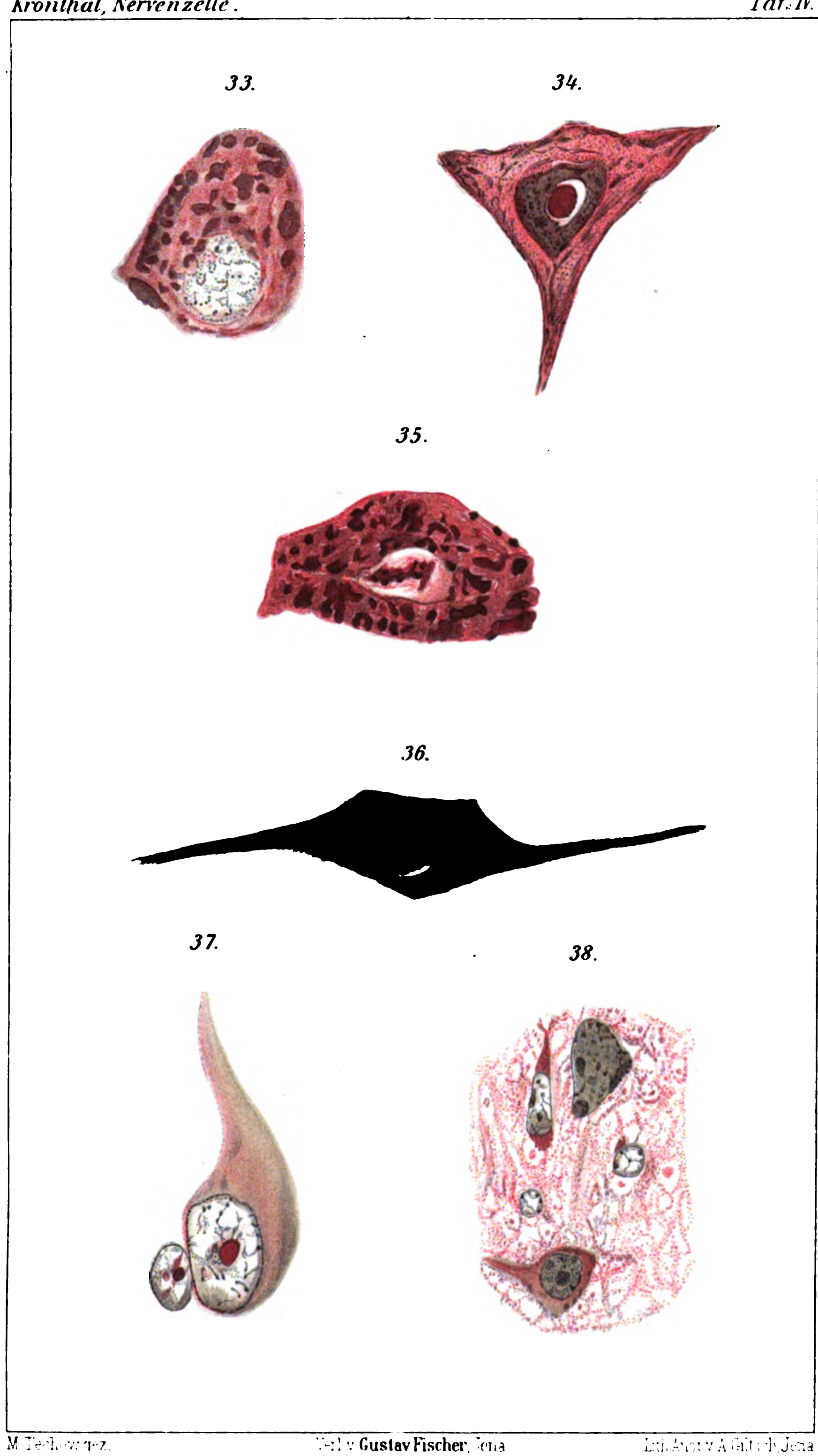
M. Fechow gez. Verlag v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.



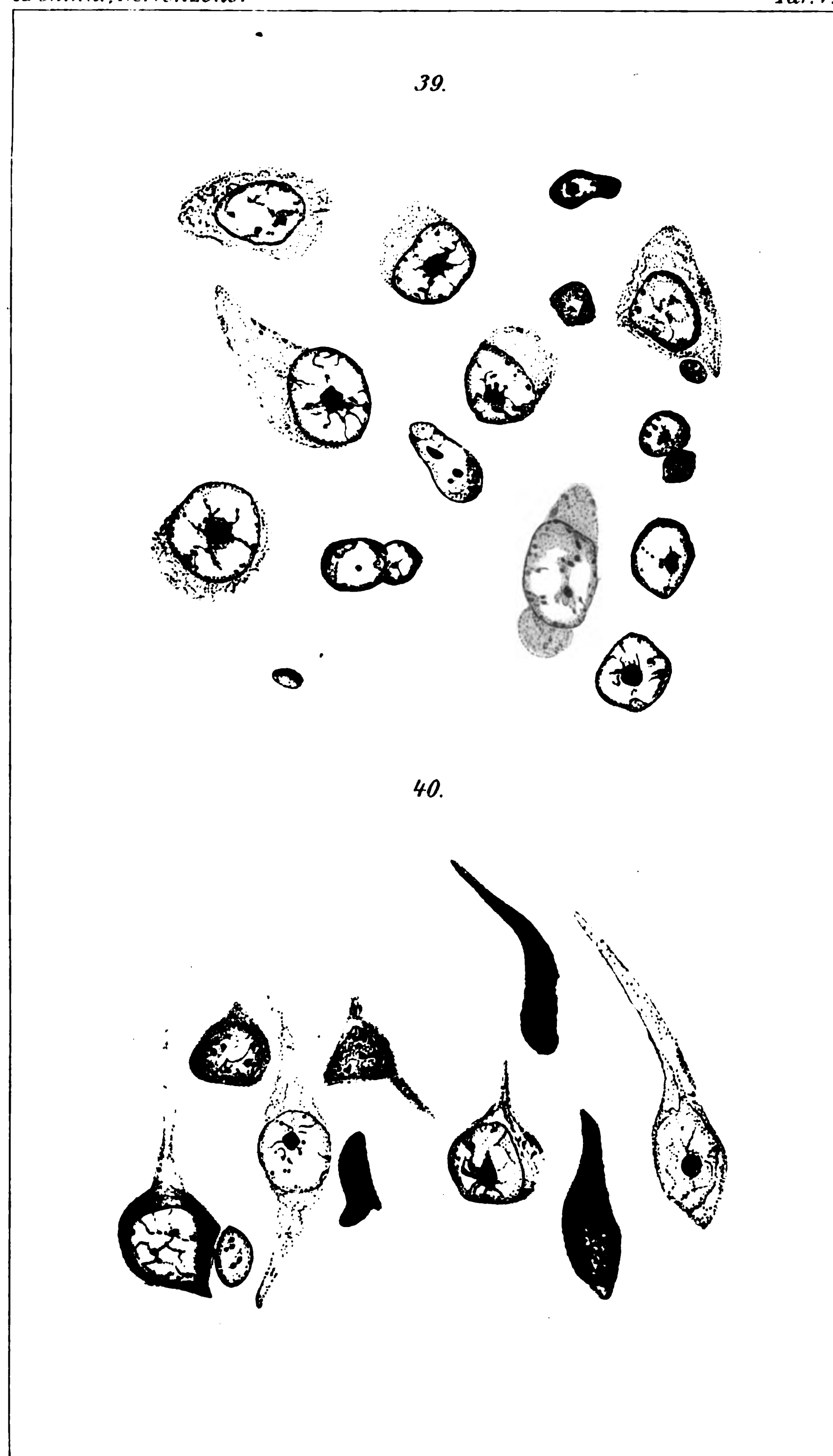
Verl. v. Gustav Fischer, Jena



M. Teschow gez. Verlag v. Gustav Fischer, Jena. Lith Anst. v. A. Giltsch, Jena.



M. Tschow gez. Verl. v. Gustav Fischer, Jena Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena



M. Tedlow gez. Verl. v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

41.

Verl. v Gustav Fischer, Jena

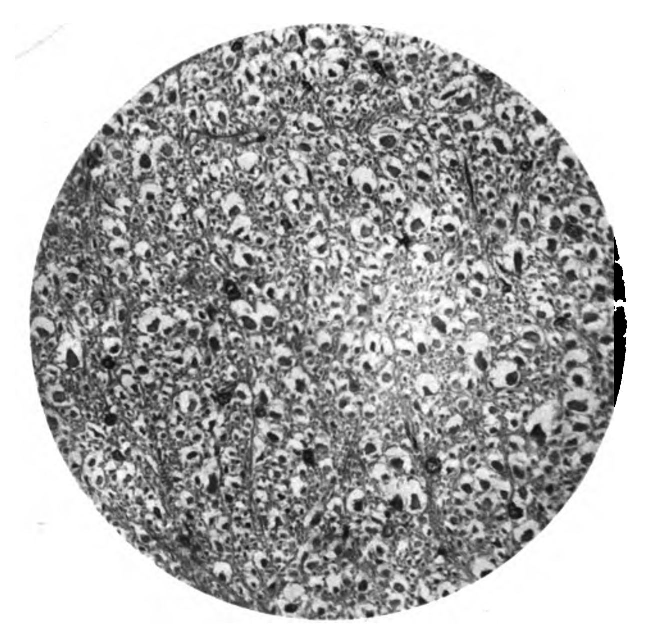


Fig. 1.

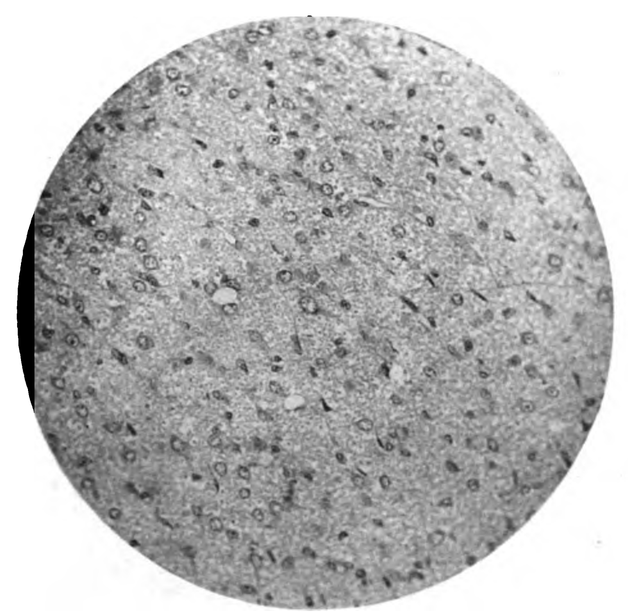


Fig. 2.

'ag von Gustav Fischer in Jena. Meisenbach Riffarth & Co. Berlin

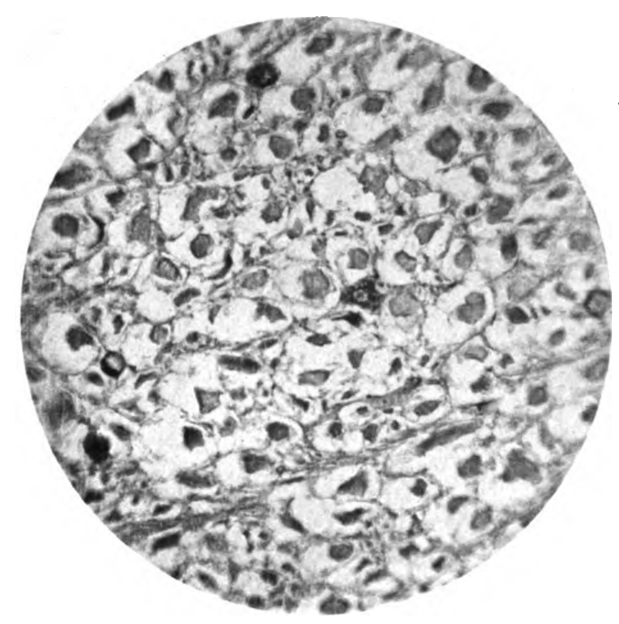
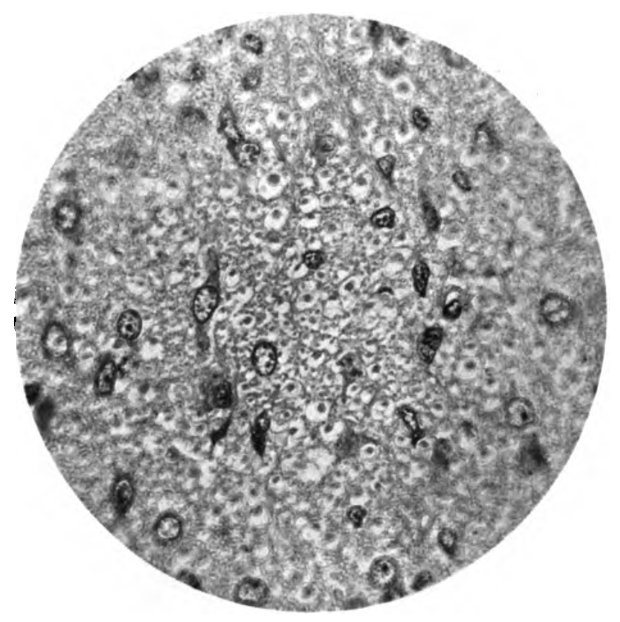


Fig. 3.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 4.

Meisenbach Riffarth & Co. Berlin.

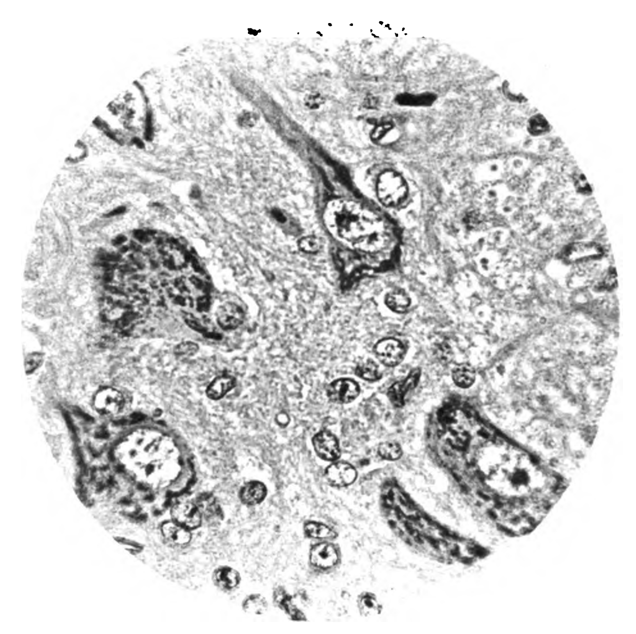


Fig. 5.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Fig. 6.

Fig. 7.

Meisenbach Riffarth & Co. Berlin

DEMCO

